This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

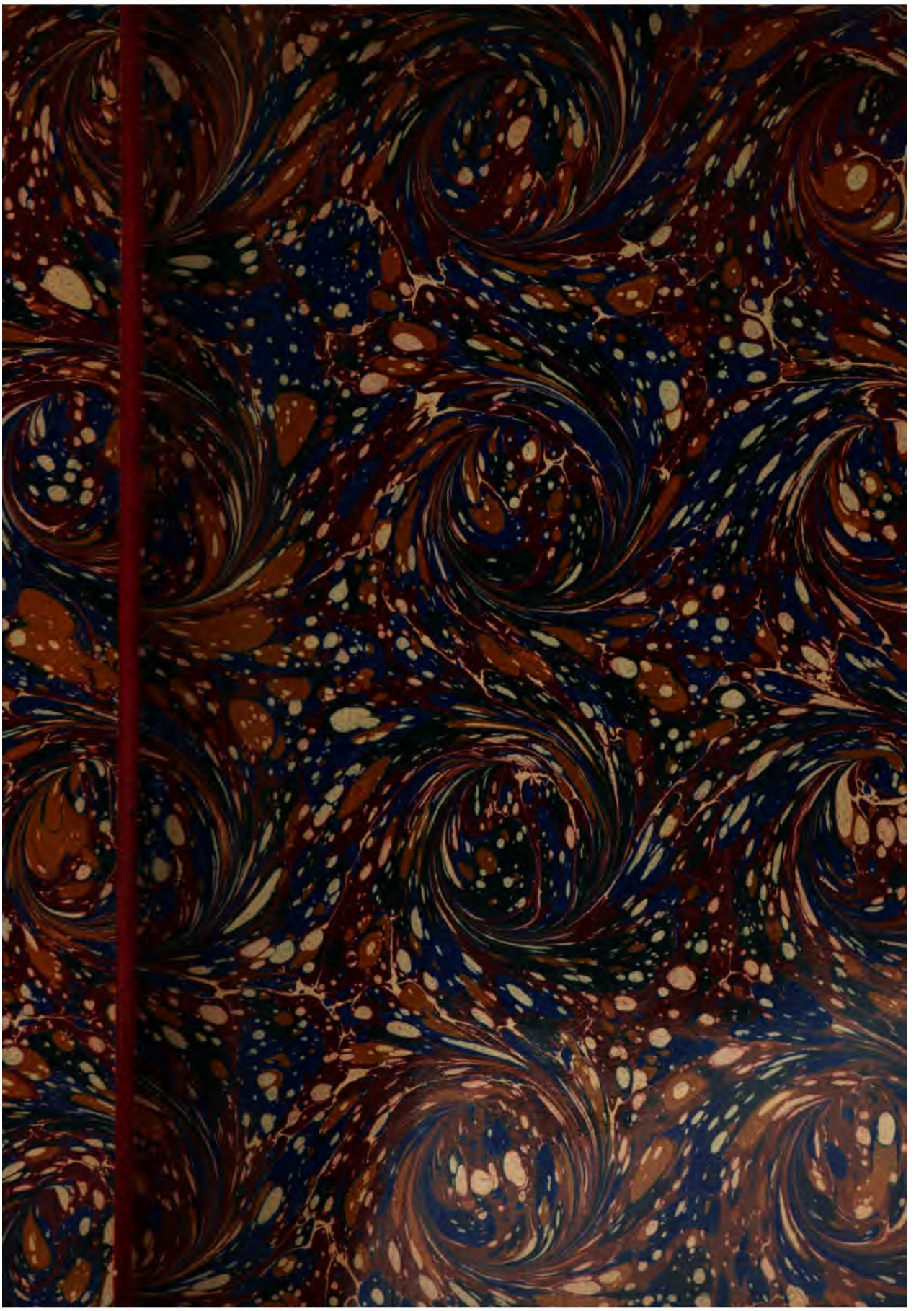
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.



DIE

INGENIEUR-BAUWERKE DER SCHWEIZ

AUS DEM GEBIETE DES STRASSEN-, EISENBAHNEN- UND BRÜCKENBAUES NEURER ZEIT.

BERICHT DER AUF GRUND DER LOUIS BOISSONNET-STIFTUNG AUSGEFÜHRTEN STUDIENREISE V.

VON

O. RIESE,

KGL. REGIERUNGS-BAUMEISTER.

MIT ZAHLREICHEN EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN
UND EINEM ATLAS VON VIERUNDZWANZIG TAFELN IN FOL.

BERLIN 1887.

VERLAG VON ERNST & KORN
(WILHELM ERNST).

Eng 458.87 Lo.8

Einleitung.

Wohl kein Land erfreut sich in unserem Jahrhundert eines im Verhältnifs zu seiner Gröfse so bedeutenden Verkehrs von Fremden aus allen Ländern, wird nach allen Richtungen hin so eifrig durchstreift und ist infolge dessen so oft in Wort und Bild beschrieben, als die Schweiz. Wie bekannt aber ihre erhabenen Naturschönheiten, ihre Erzeugnisse und Einrichtungen, die Gebräuche und Sitten ihrer Bewohner sind, so wenig scheinen die Leistungen auf dem Gebiete des Bau-Ingenieurwesens über die Grenzen des kleinen aber mächtig emporstrebenden Ländchens hinaus gedrungen zu sein.

Zwar mögen Fachmänner aller Nationen, welche die Schweiz besuchten, die bedeutsamen technischen Leistungen beachtet und studirt, den Schatz der hierbei gewonnenen Kenntnisse heimgeführt und zu eigenem Vortheil verwendet haben, aber eine weitere Verbreitung derselben in technischen Kreisen wurde dadurch nicht erzielt. Wenn auch vereinzelt in Fachblättern sich kurze Mittheilungen über schweizerische Ingenieur-Bauwerke finden, so fehlen doch selbst über die hervorragendsten derselben nicht nur in der ausländischen, sondern auch in der schweizerischen technischen Literatur eingehendere Veröffentlichungen. Einerseits mag es in der Anspruchslosigkeit und Bescheidenheit der Schweizer Ingenieure begründet sein, dafs sie selbst scheinbar so wenig Werth darauf legten, ihre Werke allgemeiner bekannt zu machen, andererseits hat vielleicht bei der geringen Ausdehnung des Landes die Leichtigkeit, sich persönlich über bemerkenswerthe Bauausführungen und die dabei gewonnenen Erfahrungen Kenntnifs zu verschaffen, das Bedürfnifs nach einer vollkommeneren bezüglichen Literatur nicht so dringend erscheinen lassen, wie dies unter anderen Verhältnissen wohl der Fall gewesen wäre. Gleichzeitig mag auch die aufserordentlich rege Bauthätigkeit der neueren Zeit den Ingenieuren nicht die erforderliche Mufse zu umfangreicher literarischer Thätigkeit gewährt haben.

Unter diesen Verhältnissen bietet sich dem ausländischen Ingenieur, welcher sich über die Leistungen seiner schweizerischen Fachgenossen informiren will, kein anderes und besseres Mittel zur Erreichung dieses Zweckes dar, als mit jenen in persönlichen Verkehr zu treten, ihre Werke aufzusuchen und aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Einen schätzbareren Anhalt behufs Gewinnung eines Ueberblickes, soweit es sich um die Zweige des Strafsen- und Brückenbaues handelt, gewährt hierbei Bavier's vorzügliches Werk „Strafsen der Schweiz," welches aufser einem nahezu vollständigen statistischen Material hinsichtlich der bestehenden Strafsen und wichtigeren Brücken, — mit Ausnahme derjenigen der Städte und der Eisenbahnen — namentlich noch eine

vortreffliche, anregende Entwickelungsgeschichte der erwähnten Zweige der Bautechnik bis in die neueste Zeit enthält.

Wir ersehen aus derselben u. A., dafs alles, was heut, abgesehen von den Eisenbahnen, in der Schweiz an bemerkenswerthen Ingenieurbauwerken, an guten Strafsen vorhanden ist, der letzten, mit dem Anfang dieses Jahrhunderts beginnenden Bauperiode seine Entstehung verdankt.

So wenig Rühmendes nach Bavier von derjenigen Periode zu erwähnen ist, welche jener vorausgeht, so erstaunlich erscheint, was in der verhälnifsmäfsig kurzen Zeit der jüngsten Periode geleistet worden ist. Ein aufserordentlich engmaschiges Netz vorzüglicher bis in die entlegensten Thäler reichender Strafsen überzieht heut das Land, zahlreiche unter den schwierigsten Verhältnissen kunstvoll hergestellte Alpenübergänge vermitteln den Verkehr mit Italien, und im Verhältnifs noch erheblicher ist die Ausdehnung, welche die Schienenstrafsen gewonnen haben, wenn es auch kaum noch einem Zweifel unterliegt, dafs in letzterer Beziehung zum Nachtheil des nationalen Wohlstandes über das Ziel hinausgeschossen worden ist.

Nicht minder bedeutend stellen sich die umfangreichen, nach klarem, wohldurchdachtem System ausgeführten Verbesserungen der schweizerischen Wasserläufe, die Anlagen zur Be- und Entwässerung der Städte, die behufs zweckmäfsiger Ausnutzung des Wassers getroffenen, zum Theil als mustergültig bekannten Anlagen, sowie zahlreiche andere Bauausführungen dar, eine Fülle lehrreicher Objecte zu eingehendem Studium bietend.

Die dieser Periode umfassendster Bauthätigkeit angehörenden bedeutenderen, noch nicht durch eingehende Veröffentlichungen bekannten Ingenieurbauwerke aus dem Gebiete des Strafsen-, Eisenbahn- und Brückenbaues vornehmlich hinsichtlich ihrer constructiven Gestaltung näher kennen zu lernen, war die dem Unterzeichneten bei Ertheilung des Boissonet-Stipendiums für das Jahr 1882 gestellte interessante und lehrreiche Aufgabe. Wenn dieselbe auch nur ein engbegrenztes Gebiet umfafste, um von vornherein die so naheliegende Zersplitterung der Kraft bei Einbeziehung anderer Zweige des Ingenieurwesens zu verhüten, so gewann doch der Unterzeichnete bald die Ueberzeugung, dafs eine erschöpfende Lösung, selbst jener beschränkten Aufgabe für den Einzelnen wegen des bedeutenden Umfanges der hierzu erforderlichen Arbeit und der Schwierigkeit der Beschaffung der nöthigen Unterlagen kaum ausführbar sei. Es kann daher der nachstehende Bericht, in welchem das Ergebnifs der zu genanntem Zweck ausgeführten Studienreise niedergelegt ist, keineswegs Anspruch auf eine erschöpfende Behandlung der Aufgabe machen. Er enthält vielmehr nur das, was der Unterzeichnete über mehr oder weniger bemerkenswerthe Objecte durch gütige Mittheilungen schweizerischer Ingenieure Interessantes ermitteln konnte, sowie das, was bei eigener Anschauung ihm bemerkenswerth erschien, wobei die Wahrscheinlichkeit nur zu nahe liegt, dafs einzelne constructiv bedeutsame oder wenigstens interessante Gegenstände, sowie manches für die Beurtheilung der beschriebenen Bauwerke Wichtige übersehen, anderes nicht so gewürdigt worden ist, als bei Kenntnifs vielleicht einflufsvoller leider aber unbekannt gebliebener Umstände der Fall gewesen wäre.

Wenn aber die nachfolgenden Beschreibungen den deutschen Fachgenossen ein auch nur in den wesentlichsten Punkten zutreffendes Bild der constructiven Bedeutung der neueren schweizerischen Ingenieurbauwerke auf den berührten Gebieten zu geben vermöchten, so wäre der Zweck der Arbeit nicht verfehlt, denn, obwohl man erklärlicher Weise in der Schweiz nicht so fremdartigen und originellen Lösungen hervorragender technischer Aufgaben begegnet, wie z. B. in America, wird doch die nähere Bekanntschaft mit den bei einer Reihe ausgezeichneter Bauwerke angewendeten Constructionsweisen immerhin von Interesse und vielleicht auch nicht ohne Nutzen sein.

Schliefslich kann der Unterzeichnete nicht unterlassen, der Schweizerischen Bundesregierung und den Eisenbahn-Behörden für die bereitwilligst gewährte Erlaubnifs der eingehenden Besichtigung aller ihren Ressorts unterstellten baulichen Anlagen, wie auch den zahlreichen Schweizerischen Fachgenossen, welche ihn auf das Freundlichste aufgenommen und in seinem Bestreben mit Rath und That wirksam unterstützt haben, seinen wärmsten Dank hierdurch auszusprechen.

Frankfurt a/M. **Riese.**

I. Gründungen.

Wenn bei einem flüchtigen Besuch der Schweiz der Anblick der gewaltigen Gebirgsformationen, und das häufige Zutagetreten festen Gesteins den Eindruck hervorrufen, dafs hier besondere Schwierigkeiten für die Gründung von Bauwerken wohl kaum zu erwarten seien, so ist dies doch nur zum Theil zutreffend. Die höher gelegenen Thäler bieten allerdings mit nur wenigen Ausnahmen günstigen, meist aus gewachsenem Fels bestehenden Baugrund und da hier aufserdem die geringere Breite der Wasserläufe und der Thäler selbst das Vermeiden von Gründungsschwierigkeiten erleichtert, so sind solche dort allerdings selbst bei hervorragenden Bauwerken nur ganz ausnahmsweise aufgetreten, wenn auch das unvermuthete Antreffen von Klüften, Moränen, mächtigen Schutthalden usw. zuweilen zu umfangreicheren Gründungsarbeiten Veranlassung gegeben hat.

Sind aber die Verhältnisse in den höher gelegenen Thälern günstig, so bieten die tiefer gelegenen weiten Flufsthäler der Errichtung von standsicheren Bauwerken um so gröfsere Schwierigkeiten.

Wenn auch die Eigenthümlichkeit einzelner Stromläufe, wie des Rheins, der Aare, Rhone, Limmat, Reufs, eine gänzlich verschiedene ist, so haben dieselben doch alle die grofse Geschwindigkeit des Wassers, den erheblichen Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser gemein, Eigenschaften, welche je nach der Beschaffenheit des Flufsbettuntergrundes grofse Veränderungen in der Form des Bettes hervorrufen und die sichere Gründung der Brücken zu erschweren nur zu geeignet sind.

Da aufserdem hier der feste Fels meist erst in gröfserer Tiefe liegt und entweder von Thon und Mergel haltigem Schlamm oder von mächtigen Moränen bedeckt ist, so finden sich in den genannten Gebieten vielfach künstliche Gründungen, welche das Interesse des Ingenieurs zu erwecken vermögen.

Im Wesentlichen sind jedoch nur Gründungen auf Beton, auf Pfahlrost, auf Pfählen mit Betonauffüllung und solche nach der pneumatischen Methode zur Ausführung gelangt, während z. B. die bei uns häufig vorkommende Gründung mittels Brunnen in der Schweiz nur wenig, soweit ich ermitteln konnte, bei gröfseren Bauwerken gar nicht angewendet ist, und auch heut bei den dortigen Ingenieuren einer besonderen Beliebtheit sich noch nicht erfreut.

Der Grund liegt wohl darin, dafs einerseits das häufige unerwartete Auftreten grofser Findlinge und anderer Hindernisse, sowie die Lage des festen Baugrundes in meist sehr erheblicher Tiefe usw. die Anwendung der Brunnengründung nicht selten bedenklich erscheinen läfst, andererseits aber die pneumatische Gründungsmethode in

neuerer Zeit so vervollkommnet worden ist, dafs sie, nicht viel theurer als jene, mit Rücksicht auf die geschilderten Bodenverhältnisse mit einer, den Erfolg in höherem Grade verbürgenden Sicherheit ausgeführt werden kann.

Von den auf Pfählen stehenden Brücken lassen wir die älteren Bauweisen der hölzernen Joche, sowie diejenigen, welche massive Pfeiler auf dem gewöhnlichen Pfahlrost zeigen, als besonderes Interesse nicht erweckend, aufser Betracht. Dagegen sind einige andere hierhergehörige Constructionen beachtenswerth.

Zunächst erregen die eisernen Joche, welche in der Schweiz vielfach sowohl für Strafsen- als für Eisenbahn-Brücken ausgeführt sind, unser Intereresse.

Von den ersteren seien hier nur diejenigen in Zürich (über die Sihl, Gemüsebrücke über die Limmat), eine Reufsbrüke in Luzern, die untere Brücke in Solothurn, eine Brücke über die Broye, zwei Aarebrücken bei Interlaken, mehrere Brücken der Juragewässercorrection sowie drei Rhonebrücken in Genf usw., von letzteren die Jochbrücken der Bödelibahn, Strecke Därligen-Bönigen, sowie diejenige über den Zürichsee bei Rapperswyl erwähnt.

Obwohl die Dauer der dem unmittelbaren Einflufs des Wassers ausgesetzten eisernen Joche trotz des Anstriches und der sonst getroffenen Mafsnahmen eine sehr begrenzte sein wird, hat sich die Anwendung dieser Joche hier doch sehr ausgebreitet, was wohl auf die gröfsere Wohlfeilheit der eisernen Pfeiler gegenüber den steinernen, sowie auf den Umstand zurückzuführen sein dürfte, dafs die Dauer der eisernen Joche diejenige der aufserdem noch in Frage kommenden hölzernen immerhin erheblich übertrifft, die Anwendung massiver Pfeiler aber in den meisten Fällen wegen der Unthunlichkeit der Einschränkung des Fluthprofils auf Schwierigkeiten stöfst, welche ohne erhebliche Kosten nicht zu beseitigen sein würden.

Für die eisernen Joche selbst ist in einigen Fällen Gufseisen, hauptsächlich aber Schmiedeeisen verwendet.

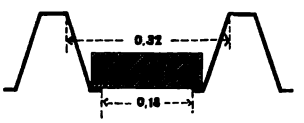
Die Gründungsarten der eisernen Joche, zuerst von Ingenieur Blotnitzky im Jahre 1856 beim Bau des pont de la Coulouvrenière über die Rhone bei Genf angewendet, ist im Princip bei sämmtlichen der genannten Brücken dieselbe.

Die gufseisernen Joche zeigen meist einen runden Querschnitt und sind mit angegossenen, durch Rippen verstärkten Fufsplatten versehen, welche direct auf isolirte aus drei bis fünf Pfählen bestehende Pfahlbündel aufgesetzt werden. Da, wo es erforderlich erscheint, wird um die letzteren behufs Sicherung gegen Auskolkungen und zur Erhöhung der Standfestigkeit eine Steinschüttung angeordnet. Beispiele hierfür bieten u. A. die Joche der vom Professor Tetmajer entworfenen sogenannten Gemüsebrücke in Zürich sowie einige im Canton Genf erbaute Rhonebrücken. Die Construction der auch durch ihre Grundrifsanordnung interessanten Gemüsebrücken ist unter Benutzung der von Hr. Tetmajer gütigst überlassenen Zeichnungen auf Blatt 1. dargestellt. Während die Joche derselben bei einer Weite der Oeffnungen von 8,54 m von Mitte zu Mitte Säule einen Durchmesser der Jochsäulen von nur 25 cm aufweisen, scheint man in Genf wohl aus ästhetischen Rücksichten selbst bei ähnlichen Spannweiten und bei Fufsgängerbrücken gröfsere Säulendurchmesser von etwa 40 bis 60 cm vorzuziehen.

Säulen von solchem Durchmesser werden bis zu 4,5 m Höhe aus einem Stück hergestellt.

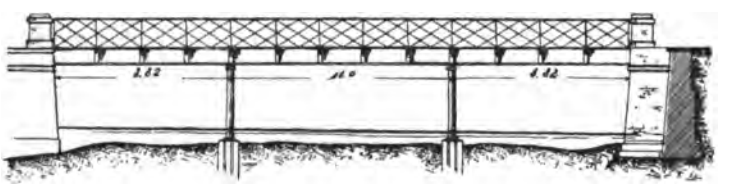
Auf Blatt 2 ist eine derartige Pfeilerconstruction, welche bei der im Sommer des Jahres 1882 durch Herrn Ingenieur Odier ausgeführten Reconstruction der passerelle de l'île de Rousseau in Genf zur Anwendung gelangt ist, in ihren Einzelheiten dargestellt. Die genannte Brücke führt von dem pont des Bergues nach der Rousseau-Insel und ist nur für Fufsgänger bestimmt. Der pont des Bergues, von General Dufour zu Anfang dieses Jahrhunderts erbaut, war eine Hängebrücke mit massiven Pfeilern und mit unterhalb der Fahrbahn liegender Kette, welche die hölzernen Träger der Fahrbahn unterstützte. Von derselben führte früher eine kleine Hängebrücke nach der Rousseauinsel.

Bei dem im vergangenen Jahre vorgenommenen Umbau erhielt der pont des Bergues unter Benutzung der alten massiven Pfeiler eine Fahrbahnconstruction aus Blechträgern mit darüber gelegten Zorèseisen. Letztere sind aus ökonomischen Rücksichten nicht wie üblich dicht nebeneinander, sondern wie aus der beistehenden Skizze ersichtlich angeordnet. Ueber die Zwischenräume sind Betonsteine von 7 cm Stärke und 50 cm Länge gelegt, auf welche dann eine Betonschicht gebracht wird.



Eine ähnliche Fahrbahnbildung findet sich bei der Montblanc-Brücke in Genf, nur dafs hier statt der Betonsteine Sandsteinplatten gewählt sind. Letztere scheinen sich jedoch nicht bewährt zu haben, da an einigen Stellen Risse und auch bereits ausgeführte Erneuerungen bemerkbar sind, bei welchen statt der Platten Ω Eisen dicht neben einander angeordnet wurden.*)

An Stelle der früheren kleinen nach der Rousseauinsel führenden Hängebrücke ist ebenfalls eine Blechträgerconstruction unter Anlage zweier neuer eiserner Joche



gesetzt werden, so dafs sich hier die vorstehende Anordnung ergiebt.

Jedes Joch besteht aus zwei durch einen leichten Gitterträger verbundenen gufseisernen Säulen von 420 mm mittlerem Durchmesser. Jede Säule wird von drei einge-

---

*) Wenn es sich auch empfiehlt, die Zorès-Eisen nicht dicht aneinander zu legen, da man alsdann ohne Mehrkosten kräftigere Profile anwenden kann, welche bei dem Uebergange grofser Einzellasten geringere Durchbiegungen erleiden als die sonst angewendeten schwächeren Eisen, so dürfte es doch zweckmäfsiger sein, statt der Cementsteine unmittelbar den Beton unter Anwendung einer schwachen hölzernen, einstweilig aufgelegten Verschalung zwischen die Zorès-Eisen einzubringen. Es ist dann der Beton als ein Bogen, dessen Stärke gleich der Höhe des Zorès-Eisens

rammten Holzpfählen getragen, welche unter Wasser waagerecht abgeschnitten und mit einer gufseisernen, die Pfahlköpfe etwas umfassenden, auf den Pfählen durch kräftige Nägel befestigten Platte bedeckt sind.

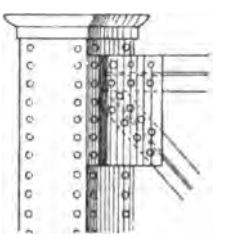
Bei einer anderen von der Cantonsregierung ausgeführten Rhonebrücke sind statt der drei Pfähle fünf verwendet, deren Köpfe mit einem Blechmantel, so tief als thunlich war, umgeben sind. Die auf den Pfählen ruhende Platte ist hierbei in der Mitte offen. Das Innere der gufseisernen 50 cm Durchmesser haltenden Säule sowie die Zwischenräume der Pfähle sind alsdann mit Beton ausgefüllt.

Bei der erwähnten Rousseau-Inselbrücke ist von der Betonirung abgesehen, da man sich von derselben wesentliche Vortheile nicht versprach, die bei der geringen Masse des zu verwendenden Betons auch wohl nicht zu erwarten sind.

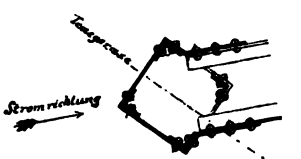
Die schmiedeeisernen Joche zeigen hinsichtlich der zur Anwendung gelangten Querschnitte eine gröfsere Verschiedenheit als die gufseisernen.

Bei der übrigens sehr leicht und gefällig aussehenden, von Ott & Co. in Bern construirten Zollhausbrücke in Interlaken bestehen z. B. die je fünf continuirliche Hauptträger (Fachwerk) unterstützenden Joche aus je drei in waage- und aufrechtem Sinne verstrebten Stützen von nebenstehendem Querschnitt. Die verwendeten Profileisen sind im Handel nicht üblich, der Querschnitt ist indessen insofern vortheilhaft, als er das Anbringen der Querverbindungen erleichtert.

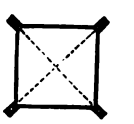
Die Joche der oberhalb der Zollhausbrücke in Interlaken belegenen Brücke der Bödelibahn sind nach nebenstehendem kastenförmigen Querschnitt gebildet. Da hier jedoch die Brückenachse sehr schief zur Stromrichtung liegt, hat die Anbringung der Querverbindungen, welche nach nebenstehender Skizze unter theilweiser Ausschneidung der Bleche erfolgt ist, Schwierigkeiten verursacht, welche auch nicht sehr glücklich gelöst sind.



Zweckmäfsiger ist in dieser Beziehung der Joch-Querschnitt der weiter unterhalb belegenen Aarebrücke derselben Eisenbahn, welcher nebst einem Querschnitt der Brücke auf Blatt 2. dargestellt ist.



Die Brücke, deren Achse mit der Stromeinrichtung einen Winkel von 45° bildet, hat sechs Oeffnungen zu 12,60 m Weite und besteht aus continuirlichen Blechträgern, welche unmittelbr auf den fünf eisernen Jochen aufliegen. Der Querschnitt, aus vier Eisen von beistehender Form zusammengesetzt, ist ähnlich denjenigen der eisernen Pfeiler des später zu beschreibenden Guggenloch-Viaducts der Toggenburgbahn und gestattet eine sehr einfache Anwendung der Querverbindungen.



---

ist, zu betrachten, welcher sich gegen die Belageisen als Widerlager stützt, während bei Anwendung von Betonsteinen dieser Entlastungsbogen eine viel geringere Stärke besitzen wird.

Die Gründung ist hier wie in den vorgenannten Fällen in der Weise erfolgt, dafs unter jedem Ständer fünf Pfähle in drei Reihen eingerammt, etwa 80 cm unter N. W. waagerecht abgeschnitten und auf denselben drei miteinander verbolzte Holme mittels kräftiger Nägel befestigt sind. Zur Unterstützung des mittleren Holmes ist in der Mitte des Joches noch ein besonderer Pfahl gerammt. Auf die so geschaffene feste Schwelle wird das eiserne fertig verbundene Joch aufgesetzt und durch Schrauben befestigt.

Die ganze Arbeit erfordert eine gewisse Genauigkeit in der Ausführung, welche jedoch unschwer zu erreichen ist und welche meist ein Arbeiten unter Wasser nicht erforderlich macht, da sowohl die Befestigung der Holme, wie das Festschrauben der Joche mit geeignetem Werkzeug von oben — über Wasser — geschehen kann.

Ein anderes hierher gehöriges und in ähnlicher Weise gegründetes Bauwerk ist die schon erwähnte combinirte Strafsen- und Eisenbahn-Brücke über den Zürichsee zwischen Rapperswyl und Hurden, deren die Grundirung veranschaulichender Querschnitt aus der Skizze auf Blatt $\hat{2}$ hervorgeht.

Die ferner hierher gehörigen Strafsenbrücken über die Reufs in Luzern und über die Aare in Solothurn besitzen eiserne Joche von ⊐⊏ förmigem Querschnitt. Die Joche der ersteren Brücke bestehen aus je sechs derartigen Säulen, diejenigen der letzteren bei etwa 7 m Höhe und 16 m Entfernung der Joche aus drei Säulen auf je fünf Pfählen; die waagerechten Verbindungen sind hierbei aus kräftigen I-Eisen, die Verstrebungen aus ⊥-Eisen gebildet. Die Eingangs erwähnte Brücke über die Broye besitzt eiserne Joche aus je zwei Säulen von 23 cm Durchmesser bei kreisförmigem Querschnitt und etwa 8 m Höhe.

Wenn die bisher erwähnten Constructionen eiserner Joche ausnahmslos eine Gründung auf hölzernen Pfählen zeigen, haben einige Constructeure in neuerer Zeit auch die Gründung in Eisen herstellen zu sollen geglaubt.

Derartige Constructionen zeigen z. B. die Strafsenbrücke über die Thöss in Nieder-Thöss bei Winterthur, der Hängesteg bei Bruggen, Canton St. Gallen u. A. Erstere, im Jahre 1880 unter der Leitung des Herrn Cantonsingenieur Wetli in Zürich von der Façonschmiede in Romanshorn erbaut, ist auf Blatt 3 dargestellt und erscheint insofern bemerkenswerth, als sie weder in den Mittelpfeilern noch in den Widerlagern Mauerwerk zeigt, sondern, abgesehen von der chaussirten Fahrbahntafel, in allen Theilen ausschliefslich aus Eisen hergestellt ist. Das Wesen der Construction wird durch die auf Blatt 3 enthaltenen von Hr. Wetli zur Verfügung gestellten Skizzen veranschaulicht, zu welchen indessen zu bemerken ist, dafs bei der Bauausführung einige, jedoch nicht wesentliche, Abänderungen vorgenommen worden sind.

Die Brücke hat eine mit einem parabolisch geformten Träger überbaute Mittelöffnung von 25 m Spannweite und zwei Seitenöffnungen von je 9,5 m Stützweite. Die 4,5 breite Fahrbahn wird von zwei Hauptträgern getragen, welche unmittelbar auf den eisernen Stützen ruhen. Die Gründung der letzteren ist in der Weise ausgeführt, dafs für die Mittelpfeiler je fünf I-Eisen von rund 6 m Länge, für die Endpfeiler je zwei I- und zwei Winkeleisen so eingerammt wurden, dafs erstere im Grundrifs ein

regelmäfsiges Fünfseit, letztere nahezu ein regelmäfsiges Vierseit bildeten. Der zwischen den Profileisen verbleibende Boden wurde, soweit dies erforderlich schien, ausgehoben und durch eine Betonfüllung ersetzt.

Auf den so hergestellten Pfeilern, deren Theile noch durch umgelegte Ringe in etwa 1 m Abstand vom Kopfende zusammengehalten werden, sind schmiedeeiserne Platten mittels Winkeleisen befestigt, welche den die eisernen Joche bildenden Säulen als Auflager dienen. Diese hohlen Säulen von 450 mm Durchmesser sind aus 8 mm starken Blechen zusammengenietet, voll ausbetonirt und tragen unter Vermittelung von aufgesetzten Gufstücken unmittelbar die Hauptträger der Brücke. Die geringe Blechstärke der Säulen von 8 mm erscheint mit Rücksicht auf die Einwirkung des Rostens, dem die Säulen bei dem häufig wechselnden Wasserstand ausgesetzt sind, nicht unbedenklich.

Die für die Widerlager gewählte eigenartige Construction geht aus der Zeichnung deutlich hervor und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Besondere Sorgfalt erfordert dieselbe hinsichtlich des Anschlusses der Brückenbahn an die eigentliche Strafsenfahrbahn; da dieser Anschlufs bei der erwähnten Bauart viel schwieriger in sicherer Lage zu erhalten ist, als bei den sonst üblichen Widerlagern, zumal wenn die Strafse, wie im vorliegenden Fall, in der Anschüttung liegt. Hier sind hinter den eisernen Widerlagern hölzerne Bohlen angebracht, welche das Ausweichen der Bodenhinterfüllung verhindern.

Für die Wahl der beschriebenen Construction war der Umstand mafsgebend, dafs die Thöss, ein sehr wilder Gebirgsflufs, häufig gar kein Wasser besitzt, bei heftigen Regen hingegen sehr beträchtliche Wassermassen und Geschiebe abführt. Ein hölzerner Pfahlrost hätte daher sehr tief angeordnet werden müssen, und die bei dessen Herstellung zu erwartenden, durch den Kiesuntergrund vermehrten Schwierigkeiten hätten zu beträchtliche Unkosten verursacht.

In ganz ähnlicher Weise und auch durch dieselben Unternehmer sind die Pfeiler des Drahtseilstegs über die Sitter bei Bruggen fundirt; nur hat man sich hier mit je vier I-Eisen begnügt, welche am Ufer eingerammt und auf denen die Pylonen befestigt wurden, wie dies aus der Zeichnung auf Blatt 21 hervorgeht. Es ist nicht zu leugnen, dafs diese Fundirung wegen der grofsen Wohlfeilheit und der Schnelligkeit, mit welcher sie ausführbar ist, in einzelnen Fällen grofse Vortheile bietet, wenn sie auch wegen der immerhin begrenzten Dauer und Solidität für wichtigere Bauwerke nicht in Frage kommen kann. Für die Schweiz aber ist sie um so eher von Bedeutung, als hier bei den von den Cantonen und Gemeinden vielfach auszuführenden Brückenbauten das Zustandekommen der letzteren häufig nur möglich ist, wenn es gelingt, die Kosten auf das möglichste zu verringern. Da dieser Umstand die Herstellung gewölbter oder eiserner Brücken mit ausreichend festen steinernen Pfeilern in vielen Fällen ausschliefst, so verdient die gedachte Construction immerhin den Vorzug vor dem sonst nur noch in Frage kommenden reinen Holzverband.

Bei einigen leichteren Constructionen sind eingerammte eiserne Pfähle aus I- oder ⊐-Eisen angewendet worden, welche unmittelbar den Oberbau tragen. Interes-

sante derartige Ausführungen zeigt u. A die Schwimmschule in Basel, welche in der „Eisenbahn“ Jahrg. 1878, Band IX eingehend beschrieben worden ist.

Pneumatische Gründung.

Die pneumatische Gründung ist, wie bereits am Eingang erwähnt, in der Schweiz da, wo überhaupt künstliche Gründungsarten angezeigt erschienen, mit besonderer Vorliebe verwendet werden.

Wir finden eine ganze Anzahl älterer Brücken, welche auf pneumatischem Wege gegründet sind, und auch die neueren Ausführungen weisen diese Gründungsart unter Verbesserung der erforderlichen Einrichtungen, Maschinen usw. in grofser Zahl auf. In der That ist auch heut, wo die umfangreichen bereits vorliegenden Erfahrungen die Ausführung unter verhältnifsmäfsig nicht erheblichen Kosten, dabei aber mit einem hohen Grade der Sicherheit des Gelingens gestatten, diese Gründungsart mit Rücksicht auf die geschilderten schweizerischen Verhältnisse zur Anwendung ganz besonders geeignet.

So interessant es nun wäre, an der Hand der bisherigen derartigen Ausführungen eine Entwickelungsgeschichte dieses Zweiges des Brückenbaues in der Schweiz zu geben, so ist dies leider deshalb nicht ausführbar, weil das hierzu erforderliche Material, wenigstens soweit es die älteren Brücken betrifft, nur zum geringsten Theil veröffentlicht, überdies aber so zerstreut ist, dafs eine Sammlung desselben dem Einzelnen kaum möglich sein dürfte. Es werden daher die älteren Ausführungen, soweit dieselben ermittelt werden konnten, hier nur einfach anzuführen sein. Dagegen sollen bei der Beschreibung derjenigen neueren Bauten, welche ich theils selbst in der Ausführung zu sehen, theils aus den mir von schweizerischen Fachgenossen freundlichst zur Verfügung gestellten Zeichnungen kennen zu lernen Gelegenheit hatte, namentlich diejenigen Punkte hervorgehoben werden, welche besonderes Interesse zu erregen geeignet erscheinen.

Von älteren Ausführungen sind zu nennen:

1. Aare-Brücke bei Olten, veröffentlicht in Etzel's Brücken- und Thalübergänge schweizerischer Eisenbahnen,
2. Aare-Brücke bei Busswyl (1863), ausführlich beschrieben im Album des Vereins schweizerischer Ingenieure und Architekten,
3. Brücke über die Rhone bei Sr. Maurice,*)
4. Reufsbrücke bei Luzern im Zuge der Bahn Zürich-Luzern,
5. Rheinbrücken bei Buchs und St. Margarethen**) (1871/1872), (in der Vorarlberger Bahn durch Firma Klein, Schmoll und Gärtner in Wien ausgeführt) u. A.

---

*) vgl. Gaudard on fountations Minutes of proceedings of the Inst. of C. Eng. vol. I 1876—77 und Gaudard, theorie et details de construction des arches de ponts. Paris.

**) vgl. Rziha Eisenbahn-Unter- und Oberbau, Band II Seite 100 und 102.

Neuere Brücken mit pneumatischer Gründung sind u. A. folgende:

1. Untere Rheinbrücke in Basel,
2. Obere Rheinbrücke in Basel,
3. Neue Brücke über die Aare in Olten (1882),
4. Reufsbrücke bei Ober-Rüti der Strecke Muri-Rothkreuz,*)
5. Brücke über die Birs bei Mönchenstein,*)
6. Brücke über die Thièle in Yverdon,
7. Kirchenfeldbrücke in Bern (1882),
8. Kaibrücke in Zürich (1882).

Die unter 1 bis 5 und 8 bezeichneten Gründungen sind sämtlich von den Firmen Ph. Holzmann u. Comp. in Frankfurt a/M. und Gebr. Benkieser in Pforzheim nach den Entwürfen des Ober-Ingenieurs Lauter, unter besonderer Leitung des Ingenieurs Mast, diejenigen unter 6 und 7 durch die Firma Ott u. Comp. in Bern ausgeführt worden.

Rheinbrücken in Basel.

Bei der oberen, im Jahre 1878 erbauten Brücke sind zwei Pfeiler, bei der unteren, 1880/81 erbauten sechs Pfeiler pneumatisch gegründet worden. Die Ausführung selbst ist in der „Eisenbahn“ beschrieben, auch findet sich dort eine Zeichnung der eisernen Caissons der unteren Rheinbrücke, sowie eine graphische Darstellung des Fortschritts bei der Gründung. Es bleiben daher hier nur die Abweichungen von sonst üblichen derartigen Ausführungen zu erwähnen.

Als eine solche interessante Neuerung ist die Anwendung der gepreſsten Luft zur Förderung der Aushubmassen mittelst Maschinen und zum gleichmäfsigen Senken bezw. Heben der Schraubenspindeln, mittelst welcher die Caissons an den Gerüsten aufgehängt werden, anzuführen.

Letztere Einrichtung soll bei Beschreibung der Kaibrückenfundirung in Zürich näher besprochen werden.

Die zur Gründung angewendete Einrichtung, welche sich übrigens so gut bewährt hat, dafs sie ebenfalls bei der im Bau begriffenen Kaibrücke in Zürich und neuerdings auch beim Bau der Rheinbrücke bei Mainz wieder benutzt wurde, ist umstehend dargestellt.

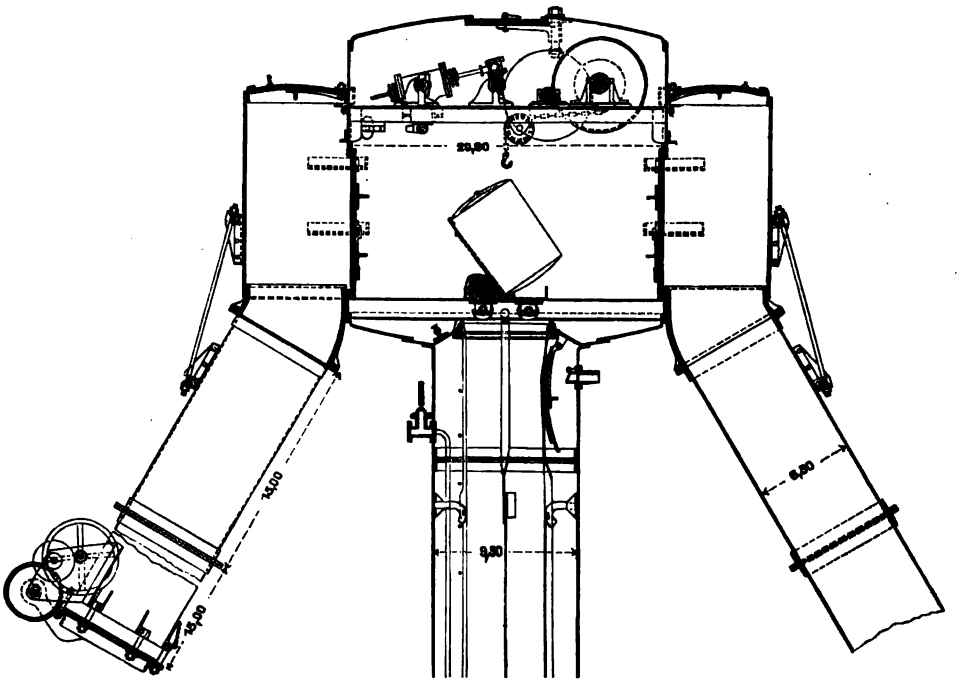
Unterhalb der Decke des cylindrischen Ausgleichkastens, welcher 2 Ansätze mit anschliefsenden, leicht abnehmbaren, an ihren beiden Enden verschliefsbaren Ausleerröhren zeigt, ist auf einer leichten Querverbindung eine kleine Maschine mit schwingendem Cylinder nach dem Muster der in der Schweiz vielfach gebräuchlichen, gewöhnlich durch die Wasserleitung getriebenen sogenannten Schmid'schen Motoren montirt, welcher durch die zusammengepreſste Luft bewegt wird und mit Hülfe eines doppelten Vorgeleges den Fördereimer in dem cylindrischen Einsteigeschacht auf-, bezw. abwärts bewegt.

Die zum Betrieb des Motors nöthige Luft mufs jedoch eine Verdichtung von etwa 0,8 Atmosphären Ueberdruck besitzen.

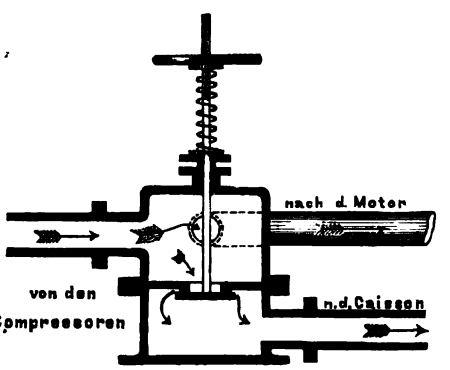
---

*) vgl. Eisenbahn 1882 Band XVI Seite 90.

Da also erst bei einer Tiefe von 8 m unter Wasser die im Ausgleichkasten befindliche Luft jene zum Betrieb des Motors erforderliche Dichtigkeit besitzt, so mufs für geringere Tiefen dem Motor von aufsen stärker zusammengepreſste Luft zugeführt wer-



den. Dies geschieht in einfachster Weise mit Hülfe eines sogenannten Compensationstopfes, wie solcher nebenstehend schematisch dargestellt ist.

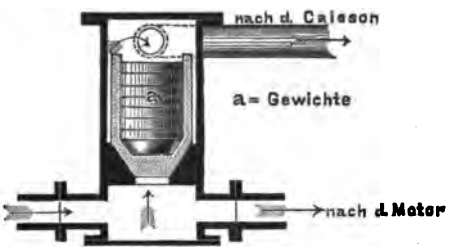


In einem Cylinder-Gehäuse ist ein Ventil angebracht, welches durch eine Feder so stark gegen den Ventilsitz gedrückt wird, dafs der zum Oeffnen des Ventils erforderliche Druck der für den Betrieb der Maschine nöthigen Luftverdichtung entspricht.

Das Innere des Gehäuses steht durch die Hauptluftleitung mit den Luftpressen durch ein weiteres Leitungsrohr mit dem Arbeitsraum des Gehäuses und durch ein drittes mit dem Cylinder des Motors in Verbindung.

So lange der Luftdruck im Compensationstopf nicht im Stande ist, das Ventil zu bewegen, kann auch Luft nicht in den Senkkasten dringen; die gepreſste Luft wird vielmehr ausschliefslich dem Motor zugeführt. Erreicht die Verdichtung, was sehr bald

eintritt, einen höheren Grad, als für den Motorbetrieb erforderlich, so öffnet sich das Ventil, und die von dem Motor nicht verbrauchte Luft strömt nach dem Senkkasten.



Das Spiel des Oeffnens und Schliefsens des Ventils wiederholt sich nun je nach der Differenz des Luftdrucks innerhalb des Senkkastens und des Topfes und je nach dem Luftverbrauch in Folge des Betriebes des Motors mehr oder weniger häufig.

Durch dasselbe wird aber bewirkt, dafs stets Luft von der erforderlichen Spannung in der Hauptleitung vorhanden ist, um den Motor zu treiben, ohne dabei verdichtete Luft zu verschwenden.

Ursprünglich war das Ventil unmittelbar mit den erforderlichen Gewichten belastet und schlug in Folge dessen bei kräftiger Arbeit der Luftpressen stets gegen den Deckel des Topfes, hierdurch ein höchst unangenehmes Geräusch verursachend.

Später wurden die Gewichte beseitigt und durch eine entsprechend wirkende kräftige Feder ersetzt, sodafs nun die Vorrichtung fast geräuschlos und sicher ihre Arbeit verrichtet.

Zu der oben gezeichneten Anordnung ist noch zu bemerken, dafs die Ansätze der Ausgleichkammer dazu dienen, um während der Senkung die geförderten Massen in dieselben zu füllen.

Sobald ein Rohr gefüllt ist, wird die an der Ausgleichkammer liegende Klappe geschlossen, die am unteren Ende befindliche aber geöffnet und der Inhalt des Rohres entweder unmittelbar in das Wasser oder in besondere Gefäfse entleert. Ist die Senkung beendet, so werden die Rohre abgenommen, der Boden der Ansätze geschlossen und letztere zum Einschleusen der Betonkübel benutzt.

Letzterer Vorgang geht, wie ich mich bei Gelegenheit der Ausführung eines Pfeilers der neuen Züricher Kaibrücke zu überzeugen Gelegenheit hatte, äufserst rasch vor sich. Es wurden hierbei innerhalb einer Stunde durchschnittlich 6 — 7 cbm Beton eingeschleufst und durch das Einsteigerohr in den Arbeitsraum abgestürzt, während bei dem Bau der unteren Rheinbrücke in Basel in 36 Stunden 175 cbm Beton eingebracht und vertheilt wurden (vgl. Eisenbahn 1881 S. 23).

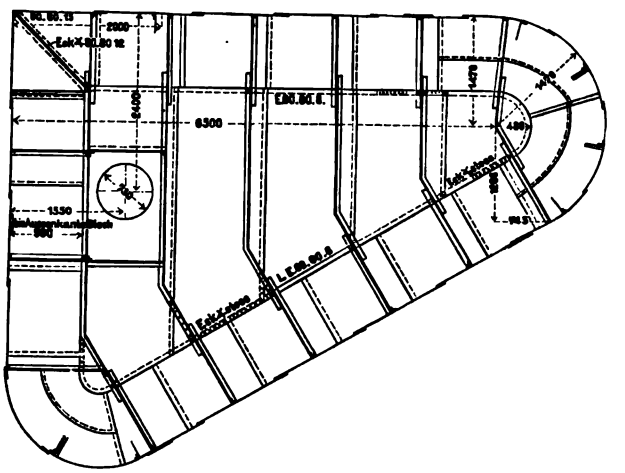
Die beschriebene Förderungseinrichtung hat sich bei den unter 1 — 5 erwähnten Ausführungen, bei welchen sie angewendet wurde, als vollständig ausreichend und der Handförderung überlegen bewährt.

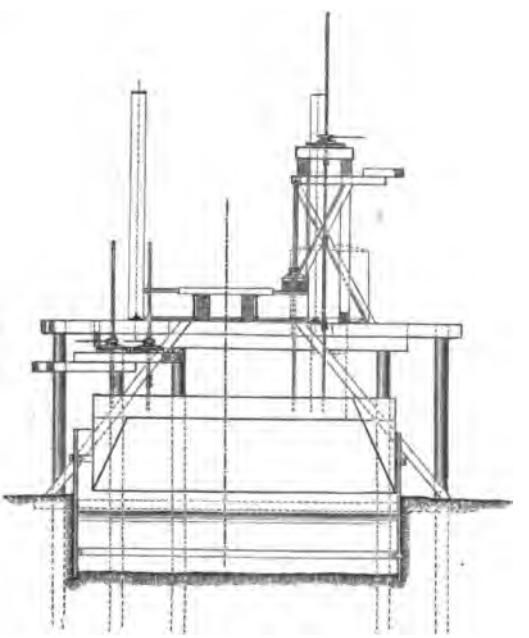
Bei gröfseren Ausführungen stände indessen nichts entgegen, die Leistungsfähigkeit dadurch zu erhöhen, dafs man das Steigrohr nicht kreisförmig, sondern elliptisch so anordnet, dafs stets ein voller und ein leerer Fördereimer in demselben bewegt werden kann. Aufserdem möchte sich behufs leichterer Handhabung der ganzen Vorrichtung, wie auch behufs bequemeren Transports von einer Baustelle zur anderen eine etwas leichtere, bezw. aus einer gröfseren Zahl kleiner Theile zusammengesetzte Gesamtanordnung empfehlen.

Aarebrücke bei Olten.

Die Gründung der von der Central-Bahn neu erbauten Strafsenbrücke über die Aare bei Olten und der Reufsbrücke bei Oberrüti ist ebenfalls mit den oben beschriebenen Einrichtungen erfolgt und bietet, abgesehen von der bei letzterer Ausführung bewirkten (vgl. Eisenbahn 1882 Bd. XVI S. 90) Felssprengung durch Dynamit innerhalb des Caissons, nichts besonders Bemerkenswerthes.

Birsbrücke bei Mönchenstein.

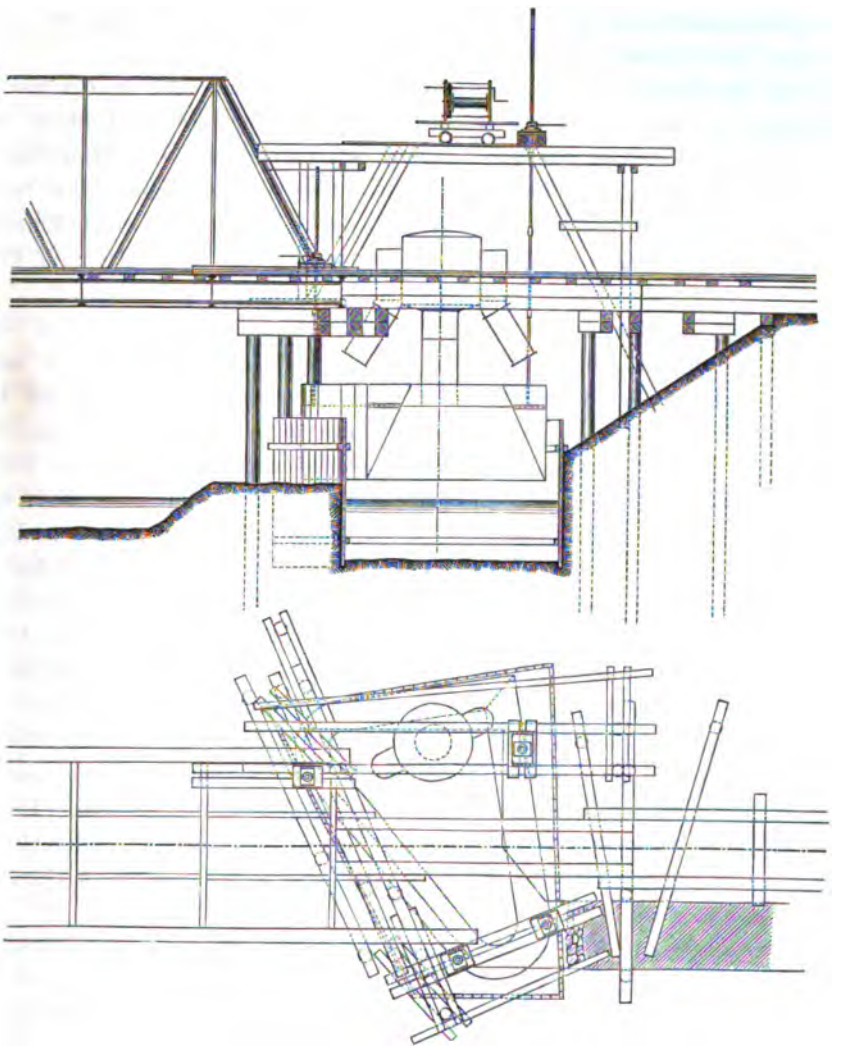




Die im Zuge der Jura-Bern-Luzern-Bahn liegende Brücke über die Birs bei Mönchenstein erlitt in Folge eines grofsen Hochwassers am 2. September 1881 den Einsturz eines der beiden gemauerten Widerlager. Die Wiederherstellung derselben wurde von der Firma Ph. Holzmann & Comp., unter Leitung des Ingenieurs Mast, nachdem ein Versuch, die Gründung innerhalb gewöhnlicher Spundwände in üblicher Weise vorzunehmen, gescheitert war, durch eine pneumatische Gründung bewirkt. Dieselbe ist bemerkenswerth wegen des Umstandes, dafs der Eisenbahnbetrieb während der Wiederherstellung des Widerlagers nicht gestört werden durfte, und wegen der hieraus und aus der Form des Widerlagers der unter 30° schiefen Brücke sich ergebenden Anordnung des Caissons und der Gerüste.

Nebenstehend sind die getroffene Anordnung, sowie die wichtigsten Einzelconstructionen dargestellt. Zunächst wurde der eiserne Ueberbau durch kräftige, verzahnte, auf eingerammten Pfählen ruhende Träger abgesteift, hierauf eine provisorische Brücke über die Baugrube zur Aufrechterhaltung des Betriebes hergestellt und dann, nachdem die Noth-

wendigkeit eines Vorgehens auf pneumatischem Wege, wie bereits erwähnt, sich herausgestellt hatte, mit der Caissonmontage begonnen. Der Caisson zeigt die Form eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen spitze Winkel abgerundet sind, und besitzt eine Grundfläche von 35 qm. Die Stärke des äufseren Caissonblechs beträgt 5, die des inneren 7 mm. In den abgerundeten Ecken sind die Consolen durch besondere Bleche



versteift. Der Raum zwischen den 490 mm hohen Deckenträgern und den durch die Consolen gebildeten Blechwänden wurde mit Beton im Verhältnifs von 1 Theil Cement, 2 Theilen Sand, 5 Theilen Kies ausgefüllt.

Die Anordnung der vier Aufhängeschrauben, sowie des Steigerohrs, erschwert durch die Nothwendigkeit, das Normalprofil freizuhalten, geht aus der Zeichnung deutlich hervor und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die Vollendung des Widerlagers und die Beseitigung der provisorischen Brücke erfolgte im Frühjahr 1882.

Thièlebrücke bei Yverdon.

Eine ähnliche interessante, unter schwierigen Verhältnissen bewirkte Gründung ist die der Eisenbahnbrücke über die Thièle bei Yverdon, deren Verlauf zu verfolgen ich durch die Freundlichkeit der Herren Ingenieure Gelegenheit hatte.

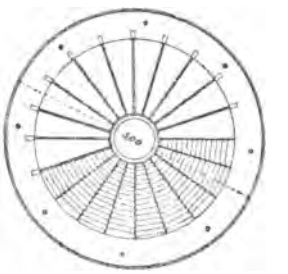
Wie aus der Darstellung des Bauwerks auf Blatt 3 hervorgeht, besitzt die Brücke drei Oeffnungen von 26,75 m Weite, welche durch zwei Blechträger überdeckt werden, zwischen denen die Fahrbahn für zwei Geleise angeordnet ist. Die Eisenconstruction ist seiner Zeit von Herrn Ingenieur Bridel, dem letzten Oberingenieur des Gotthard-Bahnbaues, construirt und ausgeführt worden. Die Mittelpfeiler, kreisrunde Einzelpfeiler für jeden Träger, sind massiv hergestellt und ebenso wie die Endpfeiler, auf Pfahlrost gegründet.

In Folge der Ausführung der Juragewässercorrection, durch welche eine Senkung des Spiegels des Neuenburger und Bieler Sees um etwa 2,4 m erfolgte, sank auch der Wasserstand der Thièle bei Yverdon, sodafs bei Niedrigwasser die Pfähle der Pfeilergründung über dasselbe hervorragten. Gebot schon dieser Umstand Schutzmafsregeln behufs Erhaltung des Bauwerks, so liefsen eingetretene starke Auskolkungen des Flufsbettes durch den wilden Strom und die naheliegende Wahrscheinlichkeit noch weiterer Senkungen der Sohle die Pfeilerfundamente so gefährdet erscheinen, dafs man sich entschlofs, die Pfeiler neu und ausreichend tief zu gründen. Nach eingehenden Untersuchungen und nach Vergleichung verschiedener Entwürfe wählte man pneumatische Gründung für sämtliche Pfeiler. Die Ausführung, welche unter Oberleitung des Oberingenieurs J. Meyer und unter Specialleitung des Ingenieurs Paul Manuel erfolgte, übernahm die Firma Ott u. Comp. in Bern nach einem von derselben (Ingenieure Probst, Simons und Röthlisberger) aufgestellten Project für den Preis von 157,000 Fr., wobei die Eisenbahngesellschaft noch die Steine und den Sand lieferte. Die Schwierigkeit der Ausführung bestand in der Bedingung, den Eisenbahnbetrieb nicht zu unterbrechen. Erleichtert wurde die Erfüllung dieser Bedingung dadurch, dafs die Blechträger continuirlich sind, eine Absteifung derselben zu beiden Seiten je einer der auszuwechselnden Mittelpfeiler mithin leicht thunlich war.

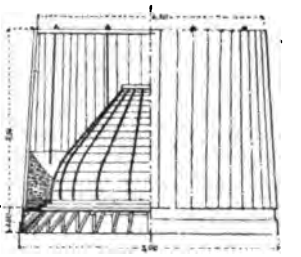
Zunächst wurde mit dem Abbruch eines Mittelpfeilers vorgegangen, nachdem die provisorische Unterstützung des Trägers durch zwei Joche aus je vier hölzernen Pfosten stattgefunden hatte. Letztere aus eingerammten Pfählen herzustellen, war nicht angängig, da der zum Rammen nöthige Raum nicht gewonnen werden konnte. Es wurde daher das Terrain, wie aus Blatt 3 ersichtlich, abgedeckt, eine Betonschicht aufgebracht und in letztere ein Rost aus Pfahlstücken als Fundament der Joche eingelegt.

Da der kreisförmige Grundrifs der Pfeiler behufs thunlichster Wiederverwendung des Materials der alten Pfeiler beibehalten werden sollte, erhielten auch die Caissons diese Form und mit Rücksicht auf die in Aussicht genommene Maximalbelastung des Baugrundes von 1,5 kg für 1 qcm einen unteren Durchmesser von 5 m. Die Caissons

sollten, wie auf Blatt 3 dargestellt, mit einer schmiedeeisernen, durch Consolen versteiften Blechschneide, einem unteren dreifachen und einem oberen einfachen Bohlenkranz, letztere durch Zugstangen mit einander verbunden, bestehen. Der untere Theil sollte dann mit Backsteinen von 30 cm Länge, 15 cm Breite und 6 cm Stärke ausgemauert werden und einen Anzug von $^1/_8$ erhalten. In den oberen Theil sollte das Steigerohr, wie aus der Zeichnung ersichtlich, eingeführt werden.



Diese Construction ist jedoch nur bei einem Pfeiler zur Ausführung gekommen, während bei den übrigen aus Mangel an geeignetem Steinmaterial und der leichteren Ausführung wegen unter Beibehaltung der Form des Caissons eine doppelte Bohlwand nach nebenstehenden Skizzen hergestellt und der Zwischenraum bis über den Anschluſs an das Steigrohr hinaus mit Beton ausgefüllt wurde. Diese Bohlwände dienten nur als Schaalung für den Beton, nicht aber zur Aussteifung des Caissons oder zur Dichtung, welche Functionen lediglich dem erhärteten Beton zufallen.



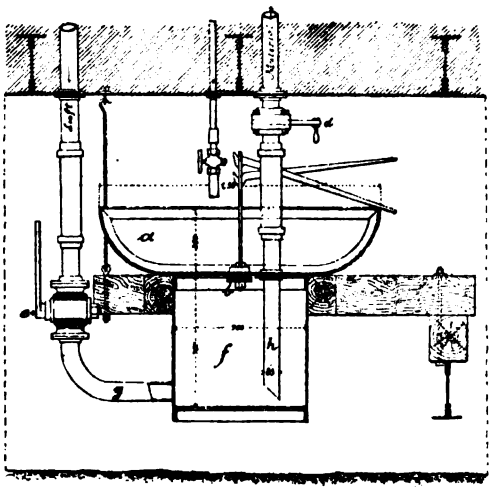
Hierbei ist zu bemerken, daſs der Beton, wie die Erfahrungen gezeigt haben, für sich allein nicht genügend luftdicht ist. Durch Anordnung eines guten 1 cm starken Cementverputzes gelang es jedoch, den Grad der Luftdurchlässigkeit wesentlich zu vermindern.

Da hier gewissermaſsen der Caisson nur durch conische Aufmauerung bezw. Betonfüllung hergestellt und nur an seinem Fuſse mit einem eisernen Schuh armirt ist, so wurde der kostspielige Apparat eines eisernen oder hölzernen Caissons vermieden, was wegen des kreisförmigen Querschnitts allerdings auch gut ausführbar war. Mit Rücksicht auf die geringe Höhe zwischen der Unterkante des fertiggestellten Caissons und derjenigen des Blechträgers des eisernen Unterbaues, war es nicht angängig, sofort die Senkung mit Hülfe comprimirter Luft vorzunehmen. Es muſste dieselbe vielmehr so lange direkt, unter Wasserschöpfen mittels eines Pulsometers, erfolgen, bis die zur Aufbringung der Luftkammer erforderliche Höhe erzielt war.

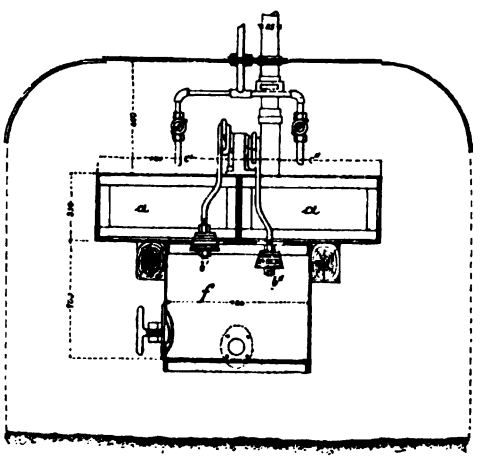
Die Förderung geschah anfangs in gewöhnlicher Weise in Kübeln mit Hülfe einer Handwinde. Dann wurde das direkte Ausblasen des ausgebaggerten Bodens durch Röhren mit Hülfe der Caissonluft versucht. Allein der mergelhaltige Sandboden setzte sich in den Röhren fest und verstopfte dieselben, sodaſs von dieser Anordnung abgegangen werden muſste. Da die angestellten Versuche aber die fast völlige Lösbarkeit des Bodens bei 33 % Wasserzusatz ergaben, wendete man für die Fundirung der Widerlager eine von dem Ingenieur Simons construirte Vorrichtung an, welche umstehend schematisch gezeichnet ist.

Der ausgebaggerte Boden wird hierbei in die beiden Kammern *a*, *a* geworfen und unter Wasserzusatz durch mit Hand betriebene Rührwerke flüssig gemacht. Als-

dann wird das Bodenventil b' bezw. b'' geöffnet und die Flüssigkeit in den cylindrischen Behälter f gelassen. Letzterer steht durch das Rohr g mit der Luftleitung, durch das Rohr h mit der freien Luft in Verbindung. Nachdem nun der Behälter f mit den flüssigen Baggermassen angefüllt ist, wird der Hahn d geöffnet. Die comprimirte Luft drückt alsdann den ganzen Inhalt des Behälters f aus dem Caisson hinaus.



Genügt der Druck der Luft im Caisson nicht, um das Austreiben der flüssigen Massen durch das Rohr h zu bewirken, so wird der Hahn e, welcher in dem Luftzuleitungsrohr derart angebracht ist, dafs er in der einen Stellung der Luft Zutritt zum Caisson gestattet, in der anderen Stellung die Luft ausschliefslich durch das Rohr g nach dem Behälter f leitet, umgestellt. In Folge dessen entsteht durch die Arbeit der Compressoren eine stärkere Verdichtung der Luft, welche man beliebig bis zu dem für das Ausblasen erforderlichen Grade steigern kann. Da übrigens der Eintritt der gepreſsten Luft in den Caisson stets nur auf kurze Zeit verschlossen zu werden braucht, so ist dieser Umstand für die Arbeit im Caisson selbst ohne Nachtheil.

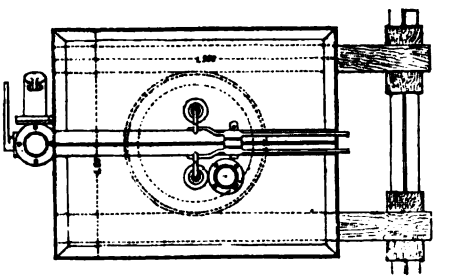


Der beschriebene Apparat wurde im Caisson aufgehängt. Die Abmessungen waren auf die muthmafsliche Förderung berechnet, sodafs, während die eine Abtheilung gefüllt bezw. gerührt wurde, die andere zum Füllen leer war, bezw. deren Inhalt abgeblasen wurde.

Das zum Auflösen der Erdmassen nöthige Wasser wurde einem Behälter entnommen, welches in 10 m Höhe (behufs Ueberwindung des Luftdruckes im Caisson) angebracht war. Von diesem führte eine Rohrleitung, c', c'' nach dem Caisson, wo dieselbe unmittelbar über den Kammern a mündete.

Die Förderung ging mit Hülfe des Apparates gut von Statten und betrug in 24 Stunden durchschnittlich 45 cbm.

Die Caissons für die Widerlager sind, wie aus der Zeichnung auf Blatt 3 ersichtlich, aus Eisen gefertigt. Mit Rücksicht auf die geringe verfügbare Höhe konnte die 12 Mann fassende Luftschleuse nicht wie gewöhnlich am oberen Ende des Steigrohrs, sondern sie mufste unmittelbar an der Decke des Caissons angeordnet werden. Der Zugang wurde durch aufgesetzte eiserne Rohre von 96 cm Durchmesser vermittelt.



Da der ausgebaggerte Boden mit der oben beschriebenen Vorrichtung gefördert werden sollte, so waren in der Luftschleuse besondere Einrichtungen für die Förderung nicht getroffen.

Aufser der Luftschleuse sind noch zwei Schächte angeordnet, welche jedoch lediglich für das Einbringen von Beton bestimmt sind und daher erst nach erfolgter Senkung des Caissons in Wirksamkeit traten. In der Längsrichtung wurde der Caisson noch durch vier Träger versteift, welche je aus sieben übereinanderliegenden, fest mit einander verbolzten hölzernen Balken bestanden, die dem Caisson grofse Widerstandsfähigkeit und eine gewisse Elasticität geben sollen. Der 80 qm Fläche bedeckende Caisson, dessen Consolen übrigens noch durch besondere kleine Träger gegen einander verspannt sind und dessen Einzelconstruction im Uebrigen nach den Darstellungen auf Blatt 3 keiner besonderen Erläuterung bedarf, wiegt rund 27 Tons und kostet 13500 Fr. oder 500 Mark per Tonne.

Die Caissons wie auch die Räume zwischen den erwähnten Deckbalken usw. sind mit Beton ausgefüllt worden, auf welchen dann das Mauerwerk gesetzt wurde.

Die Lage des Caissons gegen den projectirten Landpfeiler ergiebt sich aus der Zeichnung auf Blatt 3, aus welcher auch ersichtlich ist, dafs die Flügel der Widerlager besonders fundirt sind. Auch hierbei ist die pneumatische Methode, jedoch unter Anwendung kleiner hölzerner Caissons zur Ausführung gekommen.*)

Kirchenfeldbrücke in Bern.

Als fernere interessante Gründung ist die der Kirchenfeldbrücke über die Aare in Bern zu erwähnen. Dieses bemerkenswerthe Bauwerk wird von der Firma Ott & Co. in Bern für eine englische Gesellschaft ausgeführt, welche die Brücke lediglich in der Absicht erbaut, hierdurch einen rascheren Absatz ihres jenseits der Aare auf dem sogenannten Kirchenfeld gelegenen Bauterrains zu erzielen.

Die Erfindung der Eisenconstruction stammt von den Ingenieuren Probst und Röthlisberger, welche auch die bekannte Iavrozbrücke und neuerdings die noch interessantere Schwarzwasserbrücke entworfen haben, während die Gründung und die

*) Die hier beschriebene Fundirung ist inzwischen im Bulletin de la société vaudoise des Ingénieurs et des architectes Jahrgang 1885 unter Beigabe ausführlicher Zeichnungen veröffentlicht worden. Die Gesammtkosten der Ausführung haben hiernach 200000 ℳ betragen.

Construction der massiven Pfeiler usw. von dem Ingenieur Simons angeordnet und ausgeführt wurde.

Die Brücke, welche nach ihrer Vollendung wohl eine ausführliche Veröffentlichung erfahren wird, ist in der Ansicht auf Blatt 17 dargestellt und unter dem Abschnitt Bogenbrücken hinsichtlich der angewendeten Constructionsprincipien kurz beschrieben.

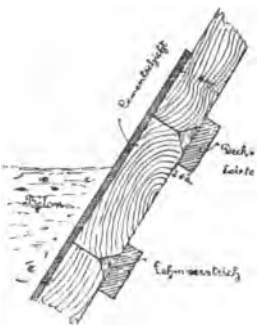
Bei der grofsen Spannweite der Bögen und bei der schlechten Beschaffenheit des Baugrundes mufste ein Hauptgewicht darauf gelegt werden, den Mittelpfeiler möglichst standfest zu machen, den waagerechten Schub also möglichst tief angreifen zu lassen. Dieser Rücksicht ist es zuzuschreiben, dafs die Aufläger der Bogen auf dem Mittelpfeiler 5 m tiefer liegen, als diejenigen auf den Endpfeilern. Die Verhältnisse sind indessen so gewählt, dafs dies kaum auffällt und ebensowenig stört, wie das Ansteigen der Fahrbahn. Um die Kosten der Steinpfeiler möglichst gering zu halten, ist für jeden der beiden Hauptbogenträger ein besonderer isolirter Pfeilerunterbau angeordnet, was den kühnen Character des Bauwerks erhöht, auf den ersten Blick aber allerdings etwas befremdet.

Die beiden so gebildeten Theile des Mittelpfeilers sind nun pneumatisch, die Endpfeiler dagegen ohne künstliche Mittel gegründet worden.

Die ausgeführte pneumatische Gründung ist bemerkenswerth, nicht wegen des Umfangs der Arbeit, sondern wegen der aus ökonomischen Gründen gewählten Anwendung hölzerner statt eiserner Caissons.

Wie aus den auf Blatt 4 enthaltenen Zeichnungen ersichtlich, besitzt jeder der Caissons 8,7 m Länge, 3,75 m Breite und 4,55 m Höhe incl. Schneide. Die Grundfläche beträgt somit 32,6 qm, die lichte Höhe des Arbeitsraums aber nur 2,0 m. Der Caisson selbst besteht aus einer inneren und einer äufseren Bohlenwand von 6 cm Stärke, welche sich auf den kräftig verbundenen, die Schneide bildenden schmiedeeisernen Fufs aufsetzen. Den oberen Rand der äufseren Bohlwand schliefst ein sich der Form des Caissons anschmiegendes ⊢-Eisen ab, an dessen horizontalem Flansch die den Diagonalverband bildenden Flacheisen von 60 × 8 mm Stärke angeschlossen sind. Die Decke wird durch eine doppelte Lage hölzerner, mit einander verbolzter, kräftiger Längs- und Querbalken gebildet, an welche letztere die zur Befestigung der inneren Bohlenwand und gleichzeitig zur Versteifung dienenden, sich unten gegen den eisernen Fufs stützenden Doppelzangen befestigt sind. Decke und Fufs sind durch acht Zugstangen fest mit einander verspannt. Die Fugen der Bohlen, welche in der äufseren Wand aufrecht, in der inneren waagerecht laufen, sind stumpf ausgeführt, und der ganze zwischen den beiden Bohlenwänden befindliche Raum ist mit Beton ausgefüllt. Zur Dichtung der Fugen hat sich ein Verstrich mit Lehm als sehr zweckmäfsig bewährt. Zu diesem Zweck werden die Bohlenkanten abgefast und die so entstehenden Hohlräume mit Lehm ausgestrichen. Häufig hat jedoch der Lehm allein nicht gehalten, sondern ist von dem durchdringenden Wasser, namentlich bei schnellem Auslassen der verdichteten Luft aus dem Caisson behufs rascher Senkung des letzteren erweicht und ausgespült worden. Es empfiehlt sich daher, nach Einbringung des Lehms in die Fugen Deckleisten auf letztere zu nageln.

Wie schon erwähnt, ist auch der Beton nicht genügend luftdicht. Mit Vortheil ist daher bei dem Kirchenfeldcaisson, wie beistehend gezeichnet, hinter der Bohlwand eine Cementschicht angeordnet worden, deren Herstellung bei der Ausführung stets der Betonschüttung etwas vorangehen mufs.



Die Förderung erfolgte in üblicher Weise durch Handarbeit, und bot im übrigen der Verlauf der Fundirung nichts Bemerkenswerthes.

Was nun allgemein die Verwendung hölzerner Caissons anlangt, so ist dieselbe, nachdem die Möglichkeit der ausreichenden Festigkeit und der Luftdichtigkeit derselben hier wie bei anderen Ausführungen erwiesen wurde, nur eine Frage des Kostenpunktes, welcher in sehr vielen Fällen für hölzerne Caissons sprechen wird.

Kaibrücke in Zürich.

Vielleicht die interessanteste neuere Ausführung auf dem Gebiete pneumatischer Gründung ist diejenige, welche beim Bau der neuen Kaibrücke in Zürich zur Anwendung gekommen ist.

Diese Brücke wird zur Zeit nach dem Entwurf des Ingenieurs Lauter, welcher bei dem Wettausschreiben hierfür den ersten Preis erhielt, von den Firmen Ph. Holzmann & Co. in Frankfurt a/M., Gebrüder Benkieser in Pforzheim und Schmid-Kerez in Zürich ausgeführt.

Die Hauptschwierigkeit lag bei diesem Project aufser in einer günstigen ästethischen Gestaltung in einer zweckmäfsigen Lösung der Gründung.

Letztere bot insofern Hindernisse, als der See an der Baustelle etwa 10 m Tiefe besitzt und das Bett bis auf ungefähr 19,5 m unter Mittelwasser aus mergelhaltigem weichem Schlamm besteht, auf welchen bis zu erheblicher Tiefe fester lehmiger Sand folgt.

Unter diesen Verhältnissen erschien eine übrigens auch von einer mitbewerbenden Firma vorgeschlagene Brunnengründung nicht zweckmäfsig, während eine gewöhnliche pneumatische Gründung zwar nicht ungeeignet, aber doch sehr kostspielig gewesen wäre, da bei der nicht erheblichen Tragfähigkeit des Baugrundes und bei dem grofsen Gewicht der Brücke den Pfeilern eine sehr bedeutende Grundfläche hätte gegeben werden müssen.

Das zur Ausführung bestimmte Project schlug zwar ebenfalls die Anwendung eines pneumatischen Verfahrens vor, welches indessen von dem bisher üblichen insofern abweicht und eigenthümlich ist, als hierbei statt des Caissons eine Taucherglocke verwandt wird, welche nur dazu dient, um unter dem Schutze derselben den Pfeiler auf einem Pfahlrost aufführen zu können. Mit dem Fortschritt der letzteren Arbeit wird auch die Taucherglocke wieder emporgezogen.

Ein ähnliches Verfahren, wenn auch weniger einfach als das nachstehend beschriebene ist bereits 1868 beim Bau der Brücke über den Knippelbroo im Christianshafen zu

Kopenhagen (cfr. Rržiha, Eis. Unter- und Oberbau, Band II, S. 119) angewendet worden, hat aber bisher, soweit mir bekannt, auf dem Festland wenigstens, keine Nachahmung oder weitere Ausbildung erfahren.

Die Brücke, deren Gesammtanordnung, Ansicht usw. bereits in der „Eisenbahn“ 1882 publicirt ist, besteht aus fünf Oeffnungen, von 22,5, 24,75, 26,5, 24,75, 22,5 m Weite, welche mit continuirlichen Blechträgern in Bogenform überspannt werden. Die Breite der Brücke beträgt 20 m, wovon auf die Fahrbahn 12 m, auf die Fufswege je 4 m entfallen.

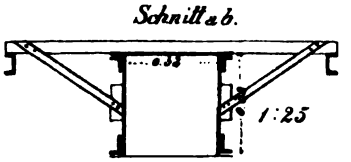
Jeder der ca. 24,5 m langen Pfeiler besteht aus zwei besonders fundamentirten Theilen, welche etwa 1 m unter N. W. durch einen Betonbogen mit einander vereinigt sind, sodafs der aus dem Wasser ragende Theil des Pfeilers doch als gleichmäfsig massiv erscheint. Die Gründung jeder dieser Pfeilerhälften besteht aus einem, auf der durch Baggerung ausreichend vertieften Sohle des Sees angeordneten Pfahlrost, auf welchem der Pfeiler unter dem Schutz der Taucherglocke aus Betonschüttung bis unter N. W. hergestellt wird. Dann erfolgt die weitere Aufmauerung unter Verwendung von Bruch- bezw. Werksteinen.

Bei der Ausführung des Pfahlrostes lag die Schwierigkeit darin, die einzelnen durchschnittlich 16 m langen Pfähle so tief einzutreiben, dafs die Pfahlköpfe nur etwa 1 m über die ausgebaggerte Sohle emporstehen, also etwa 6 m unter N. W. bleiben.

Die Anwendung eines Aufsetzers von etwa 7 m Länge, wie er für diese Arbeit erforderlich würde, hat immerhin Unbequemlichkeiten und die Rammarbeit wird durch die verschiedenen Arbeitsvorrichtungen, Instandsetzungen usw. vertheuert und verzögert. Trotzdem erschien diese Methode billiger, als eine andere, welche jedenfalls erheblich längere Pfähle, sowie aufserdem das Abschneiden der Pfähle mit der Grundsäge erfordert hätte.

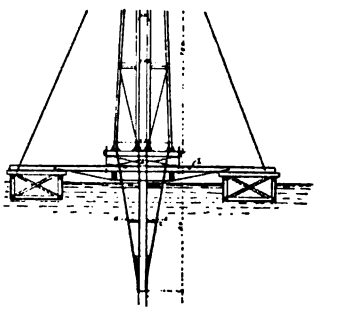
Da der Rost auf Zangen angebracht werden sollte, welche an die Pfähle anzubolzen waren, von letzteren auch eine erhebliche Anzahl behufs Erhöhung der Pfeilerstandfestigkeit geneigt und zwar sowohl zur Längs- wie zur Querachse des Pfeilers anzuordnen war, so mufste grofser Werth darauf gelegt werden, die einzelnen Pfähle möglichst genau an ihren bestimmten Platz zu bringen.

Die auf Prähmen stehende Dampframme war zu diesem Zweck so eingerichtet, dafs ihre Haupttheile für das Schrägrammen nach zwei zu einander senkrechten Richtungen verstellbar waren, sodafs die fünf Pfähle eines Pfeilerquerschnitts ohne Aenderung der Lage der Prähme nur mittels Drehung des Schlagwerkgestells eingerammt werden konnten. Aufserdem war an dem Gestell eine aus Schmiedeeisen sehr fest construirte Führung angebracht, welche den Pfahl bezw. den Aufsetzer bis auf eine Tiefe von 5 m unter Wasser umschlofs und in der beabsichtigten Neigung erhielt.

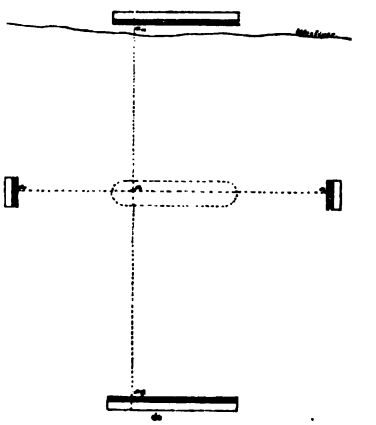


Dieser sehr kräftigen Führung ist es jedenfalls zuzuschreiben, dafs die Pfähle fast sämtlich an die für sie bestimmten Stellen auch wirklich gelangt sind.

Um vor Beginn des Einrammens eines Pfahls schnell dessen richtige Einstellung prüfen zu können, waren kleine leichte Gerüste an beiden Ufern und in der verlängerten Pfeilerachse hergestellt.



Die Projectionen der Durchschnittspunkte der künftigen einzelnen Pfahlachsen mit einer durch die Oberkante der Gerüstholme gehenden waagerechten Ebene auf die durch die vier Holme gelegten senkrechten Ebenen waren sorgfältig auf den vier Holmen markirt. Die Einstellung geschah nun einfach in der Weise, dafs die Mittellinie z. B. des einzurammenden Pfahles a bezw. der Ramme zuerst in die Visur a^{I} a^{II} gebracht und hierin so lange verschoben wurde, bis sie sich auch in der Richtung a^{III} a^{IV} befand. Dann wurde die Ramme festgelegt und das Einrammen begonnen. Die so bewirkte Einstellung der Rammen ging stets aufserordentlich leicht und sicher vor sich. Der 7 m lange Aufsetzer bestand aus Eichenholz und war am unteren Ende mit einem schmiedeeisernen Schuh versehen, welcher den Pfahlkopf umfafste. Anfänglich war noch ein kräftiger schmiedeeiserner Dorn behufs leichterer Mittelpunktseinstellung angebracht, da derselbe jedoch häufig abbrach, wurde er später, ohne dafs sich ein Nachtheil bemerklich gemacht hätte, fortgelassen.



Durchschnittlich wurden an einem Tage mit den vorbeschriebenen Einrichtungen 12, im günstigsten Falle 18 Pfähle bis zur vorgeschriebenen Tiefe eingerammt. Das Gewicht des Rammbärs betrug 20 Ctr.

Die Anzahl der Pfähle beträgt:

beim Strompfeiler	I	130	Stück,
„ „	II	130	„
„ „	III	140	„
„ „	IV	150	„ und

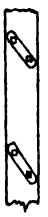
bei jedem der beiden Widerlager 120 Stück.

Die von den Pfählen aufzunehmende Last beträgt:

	Pfeiler				Widerlager	
	I	II	III	IV	links	rechts
	t	t	t	t	t	t
a. Eigengewicht d. Pfeilers	1308	1361	1446	1576	1059	1268
b. Reaction der Eisenconstruction	632	535	585	632	98	98
c. Zusammen (a + b) . .	1940	1896	2031	2208	1157	1366
mithin per Pfahl	14,93	14,59	14,51	14,72	9,65	11,39

Der Rost ist abweichend von der gewöhnlichen Construction, wie aus der Zeichnung ersichtlich, derart angeordnet, dafs die Pfähle etwa 1 m unterhalb der Köpfe durch kräftige Zangen gefafst werden und auf diesen ein starker Bohlenbelag der Längsrichtung des Pfeilers folgend angebracht ist. Die Pfahlköpfe selbst werden bei jeder zweiten Pfahlreihe nochmals durch Doppelzangen mit einander verbunden, was die feste Verbindung des Ganzen wesentlich erhöht.

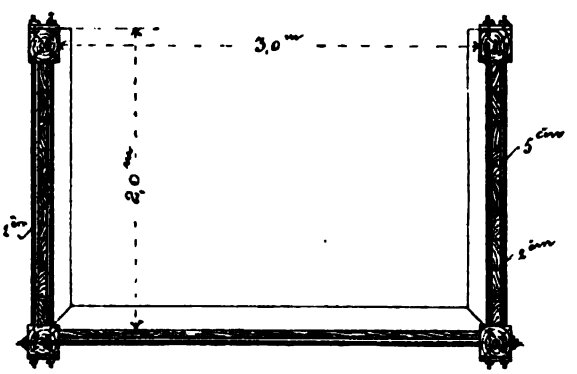
Die Construction der hölzernen, 13 m langen, 3,75 m breiten, 2,95 m im Lichten hohen Taucherglocke, sowie der schwimmenden Gerüste zum Senken bezw. Heben derselben u. s. w. geht aus der Zeichnung Blatt 4 hervor. Der daselbst dargestellte gesamte Apparat dient nur zur Gründung einer der erwähnten gesonderten Pfeilerhälften.



Zu der an sich ebenso einfachen als soliden Construction ist noch Folgendes zu bemerken. Sehr zweckmäfsig sind die grofsen, 25 m langen, 3,5 m breiten Prähme seitens der Bauunternehmung hergestellt. Der mittlere Theil derselben besteht im Wesentlichen nur aus vier Balken, zwischen welchen die die Seitenwände bezw. den Boden bildenden Bohlen von 5 cm Stärke nach nebenstehender Skizze angeordnet sind. Die Fugen sind stumpf und werden nur durch zwischengelegtes Theerpapier gedichtet, was sich vollkommen bewährt hat.

Zum festen Verspannen der Construction dienen 20 mm starke Zugstangen, deren Anordnung aus der Skizze ersichtlich ist.

Eine solide Quer versteifung wird durch die im Innern angebrachte Holzconstruction bewirkt. Der aufwärts gebogene Boden am Ende der Prähme ist unter Verwendung kräftiger, an die Längsbodenbalken angeschraubter eiserner Bügel, im Uebrigen ebenfalls aus Holz hergestellt.



Je zwei Prähme sind zusammengekuppelt und dienen zur Unterstützung der Howeträger, welche die Last der Taucherglocke aufzunehmen haben. Diese Howeträger, in üblicher Weise construirt, sind an allen wichtigen Punkten, wie an den Eckverbindungen usw., kräftig mit Eisen verstärkt.

Die Taucherglocke mufste behufs Senkung auf die vorgeschriebene Tiefe eine rechnungsmäfsige Belastung von 220 t erhalten, welche auf die Decke des Caissons aufgebracht wurde. Letztere, sowie die Seitenwände erhielten kräftige Versteifungen durch aufgebolzte Balken, Bleche und Profileisen. Die Dichtung der Fugen wurde auch hier mit Erfolg durch Lehmverstrich bewirkt. Aufserdem wurde die gesammte Taucherglocke behufs Erzielung gröfserer Dichtigkeit mit einem Mennigeanstrich versehen, was sich vortrefflich bewährt hat. Die Gesamtlast der Glocke wurde mittelst acht Hängestangen von je 90 mm Durchmesser, an die Gerüstconstruction aufgehängt. Diese

Stangen bestanden aus einzelnen rund 2 m langen, durch entsprechend kräftig geformte Bolzen mit einander verbundenen Theilen und endigten oben in Schraubenspindeln von einer für die beabsichtigte Versenkungstiefe ausreichenden Länge. Durch Drehen der Muttern jener Schrauben war das Senken, beziehungsweise Heben der Taucherglocke von dem Gerüst aus zu bewerkstelligen.

Um bei demselben möglichste Gleichmäfsigkeit der Bewegung aller acht Schrauben zu erzielen und hierbei die Handarbeit überflüssig zu machen, wurde die auf Blatt 4 aus dem Grundrifs ersichtliche Anordnung getroffen, welche im Wesentlichen darin besteht, dafs an den Muttern Knarrenhebel mit je zwei gefederten Klinken befestigt wurden, durch deren Hin- und Herbewegung man, je nachdem man die eine oder die andere Klinke (siehe die Zeichnung) zum Eingriff brachte, ein Aufwärts- oder Abwärtsbewegen der Schrauben erzielte. Diese Knarrenhebel wurden in der aus dem Grundrifs ersichtlichen Weise gekuppelt und die erforderliche hin und hergehende Bewegung der Kuppelstangen wurde durch einen auf dem Gerüst angebrachten, mit gepreifster Luft betriebenen sogenannten Schmid'schen Motor in der Weise erzeugt, dafs letzterer mittelst Vorgelege ein kleines Getriebe in Bewegung setzte, welches die zu bewegende Zahnstange vor- bezw. zurückschob, wobei durch einen Mitnehmer die Umsteuerung des Motors bewirkt wurde. Um diesen Motor ohne Anwendung einer besonderen Leitung und unabhängig von dem in der Taucherglocke vorhandenen Luftdruck stets mit der Luft der zum Betrieb erforderlichen Spannung versehen zu können, wurde in die Hauptleitung ein Compensationstopf, ähnlich dem bereits bei Beprechung der Gründung der Basler Rheinbrücken erwähnten, eingeschaltet. Die Senkung bezw. Hebung der schweren Taucherglocke durch die beschriebene Einrichtung ging sehr gleichmäfsig und ohne jeden Unfall von Statten.

Der Bauvorgang war nun kurz der, dafs zunächst die Pfähle gerammt und gleichzeitig die Gerüste, sowie die Taucherglocke montirt wurden. Nach Beendigung dieser letzten Arbeit wurde am ersten Pfeiler, an welchem inzwischen auch die Rammarbeit vollendet war, die Glocke hinabgesenkt, unter dem Schutze derselben wurden zunächst die Pfähle abgeschnitten, mit Steinen umpackt und hierauf die Zangen und der Bohlenbelag des Rostes hergestellt. Zur Vorbereitung für die Aufführung der massiven Pfeiler, welche aus Beton hergestellt werden sollten, wurden alsdann die erforderlichen, den Pfeiler umschliefsenden Holzwände gemäfs der Skizze auf Blatt 4 aufgestellt und hierauf der so gebildete Raum mit Beton ausgefüllt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist die Höhe der Holzwände in mehrere Abtheilungen getheilt. Am Tage wurde nun stets eine Abtheilung fertig betonirt, in der darauf folgenden Nacht die Holzwand der nächsten Abtheilung montirt usw. Hierbei, wie bei der sonstigen Materialeinführung in die Glocke, leistete wiederum der an der Decke der Ausgleichkammer angebrachte Motor gute Dienste.

Die Betonmasse betrug bei

Pfeiler	I	502	cbm
„	II	502	„
„	III	569	„
„	IV	636	„

Bezeichnung der Ausführungsarbeiten.	Linkes Widerlager.		I. Pfeiler.		II. Pfeiler.		III. Pfeiler.		IV. Pfeiler.		Rechtes Widerlager.		Summa.	Bemerkungen.
	untere Hälfte	obere Hälfte	untere Hälfte	obere Hälfte	untere Hälfte	obere Hälfte	untere Hälfte	obere Hälfte	untere Hälfte	obere Hälfte	untere Hälfte	obere Hälfte		
	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	Tage	
Ablassen d. Taucherglocke	2,0	2,0	3,0	1,5	1,33	1,5	3,5	1,0	4,5	6,0	2,0	2,0	30,33	Es wurde ununterbrochen Tag u. Nacht m. je 16 Mann in 3 Ablösungen gearbeit.
Materialfördern aus der Grube	5,0	3,0	7,0	2,5	2,0	0,5	9,0	2,5	12,0	13,5	—	—	57,00	
Zangenanmachen in verdichteter Luft	3,0	3,0	3,0	2,0	2,5	2,5	3,5	3,0	3,0	4,5	3,0	2,0	35,00	
Untere Verschalung anmachen	2,75	0,75	1,5	0,75	1,0	1,0	2,0	1,5	1,75	2,0	1,0	1,0	17,00	
Verschalung der oberen Etagen	2,25	1,50	1,0	1,0	0,75	1,0	1,25	1,25	1.50	2,0	2,25	1,0	16,75	
Betoniren in verdichteter Luft	3,50	2,25	3,75	3,75	3,75	3,75	4,5	4,0	3,75	4,5	4,5	4,5	46,50	
Verfahren der Glocke . .	—	2,25	0,50	1,25	1,25	0,50	2,5	1,50	1,50	2,0	0,75	—	14,00	
Messungen	0,4	0,4	0,75	0,50	0,13	0,33	0,25	0,25	0,16	0,16	0,75	—	4,08	
Rohr aufsetzen, abnehmen und Spindeln setzen . .	—	—	0,50	0,33	0,66	0,33	—	—	1,5	1,5	0,66	0,5	5,98	
Belastung der Glocke mit Schienen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—	1,50	
Luftleitung legen . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	—	1,00	
Ausbesserungen der Glocke	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,00	
Summa:	23,9	15,15	21,0	13,58	13,37	11,41	26,50	15,0	29,66	36,16	17,41	11,0	234,14	
Tag der Ausführung . .	1./8. bis 24./8.	29./8. bis 8./9.	9./9. bis 1./10.	2./10. bis 15./10	10./10. bis 29./10	30./10. bis 9./11.	6./2. bis 4./3.	5./3. bis 19./3.	20./3. bis 20./4.	21./4. bis 29./5.	11./12. bis 31./12.	1./1. bis 15./1.		
	1882						1883				1882	1883		

Widerlager links . . . . . 337 cbm
„ rechts . . . . . 442 „

Die durchschnittliche Leistung bei Ausführung der Betonirungsarbeiten betrug für einen Tag 40 bis 60 cbm. Die Dauer der einzelnen Gründungsarbeiten ergiebt sich aus vorstehender Tabelle. Hiernach unterlag die Dauer der Herstellung je einer Hälfte der einzelnen Pfeiler je nach den auftretenden Schwierigkeiten grofsen Schwankungen und betrug im Durchschnitt 20 Tage, wobei zu bemerken ist, dafs die Arbeit Tag und Nacht ununterbrochen mit 16 Mann, welche alle 8 Stunden abgelöst wurden, gearbeitet wurde.

Was nun bezüglich des Kostenpunktes den Erfolg der Gründung anbelangt, so ist zu bemerken, dafs, wie auch aus der Tabelle ersichtlich, die vorbereitenden Arbeiten, wie das Aufziehen und Ablassen der mit einem sehr erheblichen Gewicht behafteten Taucherglocke, das Verfahren derselben, die Montage des gesammten Apparats usw. ansehnliche Kosten und einen Zeitaufwand verursacht haben, welchen man in diesem Umfang schwerlich voraussehen konnte. Zieht man aufserdem die Anlagekosten der ganzen Gründungseinrichtung in Rechnung, so erreichen die Gesamtkosten immerhin eine solche Höhe, dafs die beschriebene Gründungsart auf diejenigen Fälle zu beschränken sein wird, in denen ähnliche örtliche Verhältnisse wie bei der Kaibrücke in Zürich, deren Anwendung besonders angezeigt erscheinen lassen.

II. Hölzerne Brücken.

Aufser zahlreichen kleineren hölzernen Joch- und Hängewerkbrücken besteht in der Schweiz eine verhältnifsmäfsig grofse Zahl von bedeutenderen Holzbrücken, welche aufser in Strafsenübergängen auch noch mehrfach im Bereich der älteren im Betriebe befindlichen Eisenbahnlinien sich vorfinden.

Bavier („Die Strafsen der Schweiz“) zählt auf den Hauptstrafsen der einzelnen Cantone mit Ausschlufs der städtischen und Eisenbahn-Brücken, etwa 110 solcher gröfseren Brücken mit einer Gesammtspannweite von rund 6500 m auf; diese Angabe wird auch heute noch ziemlich zutreffen, wenn auch einige dieser Brücken inzwischen durch eiserne ersetzt worden sind. Unter den hölzernen Brücken befinden sich noch mehrere, deren Bau bis in das Mittelalter zurückzudatiren ist und welche, wenn auch viele Theile derselben im Laufe der Zeit erneuert wurden, doch im Wesentlichen immer noch die alten sind. Bekannt sind die beiden Luzerner Brücken, die sogenannte Spreuerbrücke und die Kapellbrücke, erstere eine Hängewerksbrücke (90 m lang), letztere eine einfache überdachte Jochbrücke (222 m lang), von denen die erste im Jahre 1408, letztere 1338 erbaut wurde. Beide werden heut noch stark benutzt, vielleicht stärker als je zuvor, sie liefern den deutlichen Beweis für die ganz erhebliche Dauer gedeckter Holzbrücken, wenn solche aus gutem Material zweckmäfsig gebaut und gut unterhalten werden.

Auch die im Jahre 1468 erbaute erste gedeckte Hängewerksbrücke über das Martinstobel, von welcher Bavier's Werk eine Zeichnung und interessante historische Notizen enthält, hat bis zum Jahre 1877 bestanden, in welchem sie durch eine eiserne Fachwerkbrücke, von welcher später noch die Rede sein wird, ersetzt wurde.

Diese älteren Bauwerke haben jedoch hauptsächlich ein Interesse in baugeschichtlicher Beziehung. Bemerkenswerthe Constructionen treten erst von der letzten Hälfte des 18. Jahrhunderts an auf. Dieser Periode gehört natürlich auch die bei weitem gröfste Zahl der heut vorhandenen bezüglichen Bauwerke an.

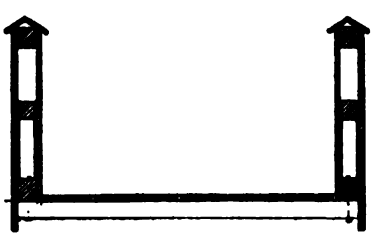
Einige besonders interessante hier zu erwähnende Brücken sind inzwischen zerstört worden und zwar nicht durch Wasser, sondern durch Feuer; so die sehr geschickt construirte, im Jahre 1757 von Ulrich Grubenmann erbaute, in Bavier's Werk dargestellte Brücke über den Rhein bei Schaffhausen — mit zwei Oeffnungen von 51,97 und 58,8 m Spannweite, welche im Jahre 1799 von den Franzosen verbrannt wurde —, eine über den vereinigten Vorder- und Hinterrhein bei Reichenau führende Brücke u. A. Letztere, 1820 erbaut, bestand aus einem Bogen mit der sehr erheblichen Spannweite von 66 m, und brannte vom 1. August 1880 nieder.

Bekannt sind auch die 1794 errichtete Reufsbrücke bei Mellingen (55,08 m Spannweite, Bogenhängewerk) und die 1778 bei Wettingen von Johann Grubenmann erbaute Limmatbrücke von 118,89 m Spannweite (Hänge- und Sprengwerk), Bauwerke, deren Kühnheit zu damaliger Zeit berechtigtes Aufsehen erregten. (confr. Heinzerling, die Brücken der Gegenwart und Rsiha, Eisenbahn- Unter- und Oberbau.)

Die heut noch bestehenden Brücken, abgesehen von den einfachen Jochbrücken, zeigen meist für geringere Spannweiten Hänge- oder Sprengwerke, für mittlere Weiten dagegen aus beiden combinirte Systeme, während für grofse Spannweiten, soweit sie älteren Ursprungs sind, Bogenhängewerke, soweit sie aus neuerer Zeit stammen, aber fast ausschliefslich Howeträger gewählt sind.

Mit wenigen Ausnahmen sind alle hölzernen Brücken überdacht, um die Holztheile vor den Witterungseinflüssen zu schützen. Die Eindeckung ist theils mit Dachziegeln, theils mit Schindeln erfolgt.

Man kann nicht sagen, dafs die äufsere Erscheinung der Brücken hierdurch gewänne, im Gegentheil ist dieselbe meist keine sehr gefällige, und das Bemühen nach äufserer geschmackvoller Formgebung läfst sich nur selten erkennen. Die Brücken stellen sich eben ausfchliefslich als das dar, was sie sind, Bedürfnifsbauten mit möglichst geringen Anlagekosten. Dafs aber neben der Verwendung guten Holzes die sehr erhebliche Dauer der Schweizer hölzerner Brücken wesentlich auch der Ueberdachung und Einschalung zuzuschreiben ist, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung.



Bei einigen kleineren Brücken hat man sich übrigens begnügt, die Träger zu verschalen und abzudecken, von einer gänzlichen Ueberdachung aber abgesehen, wie dies z. B. aus nebenstehender Skizze einer Brücke der Strafse von Chur nach Thusis ersichtlich ist.

Bei Anlage der Ueberdachung wird namentlich darauf gesehen, dafs vor allen Dingen die Auflager gegen eindringende Nässe sicher geschützt werden. Es ist daher, wie dies besonders im Canton Bern vielfach geschehen, sehr zweckmäfsig, das Dach möglichst weit über die eigentliche Brücke hinaus reichen zu lassen, was im genannten Bezirk durch Anordnung besonderer, das Dach unterstützender Pfosten, welche an die Brücke anschliefsen, erreicht ist.

Obwohl heut im Allgemeinen die hölzernen Brücken der Hauptstrafsen nach und nach durch eiserne ersetzt werden, führt man doch auch noch in letzter Zeit Neubauten hölzerner Brücken, namentlich für Nebenstrafsen, Gemeindewege und für die Strafsen im Hochgebirge aus, bei denen die Transportkosten eiserner Constructionen eine zu grofse Höhe erreichen würden. Ihre Anlage ist in diesen Fällen auch durchaus berechtigt.

Die Anlagekosten der hölzernen Brücken sind nicht hoch, die allerdings unausbleiblichen umfangreichen Reparaturen besorgen die Gemeinden selbst, und die Dauer zweckmäfsig verbundener überdachter Holzbrücken ist nach den in der Schweiz vorliegenden Erfahrungen eine viel erheblichere als bei uns gewöhnlich angenommen wird.

In vielen Gegenden der Schweiz ist aufserdem bei Brückenaulagen besondere Rücksicht auf die zahlreichen Wildbäche zu nehmen, deren verheerende Wirkungen den Bestand der Brücken, wenn die Pfeiler und Widerlager nicht ganz aufserordentlich gesichert sind, ernstlich in Frage stellen. Indessen sind die Hochwasser den hölzernen Brücken weniger gefährlich, als massiven oder eisernen, weil erstere viel leichter nachgeben und leichter zu reconstruiren sind. Stürzen sie aber im ungünstigsten Falle ein, so ist immerhin nicht sehr viel verloren, das Holz wird von den Fluthen fortgetragen, ist zum Theil wieder benutzbar und wird nur selten Anlafs zu Stauungen und Ueberschwemmungen geben. Wollte man hier ausschliefslich sichere massive oder eiserne Brücken herstellen, so würde deren Anlage so erhebliche Kosten erfordern, dafs wegen der Unmöglichkeit, die Mittel dazu zu beschaffen, viele Ortschaften lange Zeit auf den Vortheil der durch jene Brücken bewirkten Verkehrserleichterung verzichten müfsten.

Bei den zur Zeit noch nicht völlig corrigirten Flüssen, wie z. B. am Rhein im Canton St. Gallen, werden abgesehen von den Anlagekosten auch schon deshalb vorläufig nur Holzbrücken errichtet, weil noch nicht zu übersehen ist, ob nicht durch Ausführung der Correction vielleicht ganz bedeutende Wasserstandsänderungen entstehen, welche event. kostspielige Umbauten der etwa für die Dauer errichteten Brücken bedingen möchten. Wenn aber auch der Bau hölzerner Brücken in der Schweiz heut keineswegs als ein überwundener Standpunkt zu betrachten ist, so sind doch die uns überkommenen, zum Theil sehr interessanten, wenn auch vielfach zugekünstelten älteren Constructionen verlassen worden und haben einfacheren Herstellungsweisen weichen müssen.

Hängewerksbrücken finden sich in grofser Zahl. Besonderes Interesse erregen die bezüglichen Constructionen, welche im Canton Bern unter Leitung des durch seine

vielfachen Arbeiten bekannten Herrn Oberingenieur Ganguillet entstanden sind, dessen Güte auch die Mittheilung bezüglicher Zeichnungen zu verdanken ist. Hängewerke werden hier bis zu Spannweiten von 35 m angewendet, und zwar gilt mit Bezug auf die Zeichnungen auf Blatt 5

System I und II für Weiten bis zu 20 m,

System III und IV für Weiten von 20 bis 32 m und

System V für Weiten von 32 bis 38 m.

Ueber jene Spannweiten hinaus werden Howe- bezw. Fachwerksträger verwendet.

Nach System I und II sind u. A. mehrere Brücken zwischen Interlaken und Grindelwald ausgeführt. Ein Beispiel für System III bildet die Ilfisbrücke bei Langnau mit 24 m Spannweite.

Nach System IV sind beispielsweise die Aarebrücke in Hof (Oberland) mit 27 m Spannweite, die Simmebrücke bei Latterbach, eine Brücke über die Zulk bei Thun von 31,5 m Weite u. A. ausgeführt.

Diese Brücken haben bei ca. 4,5 m lichter Höhe eine lichte Breite von 4,2 bis 5,4 m einschliefslich der beiderseitigen, je 0,75 m breiten Fufswege. Die unteren Streckbäume bestehen aus zwei durch Verzahnung mit einander verbundenen Balken, deren Stöfse durch kräftige eiserne Laschen, wie aus den auf Blatt 6 dargestellten Einzeltheilen hervorgeht, gedeckt sind. Die Hängesäulen, in Entfernungen von 4 bis 5 m angeordnet, sind durchweg doppelt und umfassen die oberen und die unteren tragenden Balken. Die eigentliche Fahrbahn wird von Querbalken unterstützt, welche — ebenfalls doppelt — an die verzahnten Träger einerseits, die verlängerten Hängesäulen andererseits — angebolzt werden. Auf diesen Querbalken ruhen dann Längsbalken, welche den doppelten Bohlenbelag der Fahrbahn aufnehmen. Die Streben sind einfach angeordnet, greifen unten mit Versatzung in die Streckbäume und stofsen oben stumpf gegen die Spannriegel. Die bei älteren Brücken häufig angewandten Streben zur Abstützung der unteren Streckbäume gegen die Auflager sind bei den vorgenannten Brücken absichtlich fortgelassen, weil ihr wirklicher Nutzen meist den gehegten Erwartungen nicht entspricht. Abgesehen davon, dafs die betreffenden Streben häufig in sehr flachen Neigungen angeordnet werden müssen, ist es auch schwer, sie dauernd in der richtigen Lage zu erhalten. Meist sind sie entweder so stark gespannt, dafs die eigentlich zum Tragen bestimmten Auflager nicht voll zur Geltung kommen, oder man findet sie so sehr durch Austrocknung geschwunden, dafs sie die ihnen zugetheilten Obliegenheiten gar nicht, oder erst bei sehr starken Durchbiegungen zu erfüllen vermögen. Es scheint daher allerdings zweckmäfsiger von deren Anlage überhaupt abzusehen.

Auf die Construction der Auflager wird mit Recht grofse Sorgfalt verwendet. Um die unteren Streckbäume durch die Versatzung der Endstreben nicht zu sehr zu schwächen, werden erstere am Auflager durch Balkenstücke, welche mit den Trägern mittels Verzahnung und Bolzen fest verbunden sind, verstärkt. Ebenso werden an den Auflagerstellen besondere Balkenstücke unter die Träger gelegt, welche, falls wirklich Fäulnifs in den aufliegenden Flächen eintreten sollte, leicht ausgewechselt und durch neue ersetzt werden können.

Das eigentliche Auflager wird meist von einer kräftigen eichenen Querschwelle gebildet, welche unmittelbar auf dem Mauerwerk ruht. Auf Trockenheit und Luftigkeit der Auflagerstellen wird, wie schon oben erwähnt, besonderes Gewicht gelegt; welcher Umstand allerdings auch von gröfster Bedeutung ist. Das zum Schutz der Holzconstruction angeordnete Dach ragt in der Längsrichtung, wie bereits bemerkt, unterstützt durch besondere, auf kleinen gemauerten Pfeilern stehende Stiele etwa 2,5 m über die äufsersten Theile des Auflagers hinaus und besitzt gewöhnlich eine seitliche Ausladung von 1,5 m.

Während die älteren Brücken meist an den Seiten vollständig verschalt sind und zur Lüftung und Beleuchtung nur kleine Lücken und Fenster besitzen, welche für eine ausreichende Lüftung häufig nicht genügen, reicht hier diese Verschaalung nur auf etwa 1,5 m über die erhöhten Fufswege hinauf; der übrige Theil bleibt offen, um der Luft genügenden Zutritt zu lassen.

Mit Rücksicht auf die grofse Fläche, welche diese überdachten und zum Theil eingeschaalte Brücken dem Winddruck entgegensetzen, ist ein oberer und ein unterer waagerechter Kreuzverband angeordnet.

Die Construction der beschriebenen, überdachten Hängewerksbrücken ist einfach und solid und hat sich, nach dem Zustand der ausgeführten Brücken zu schliefsen, als zweckmäfsig bewährt.

Nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Oberingenieur Ganguillet betragen die Kosten K dieser Brücken ausschliefslich des Mauerwerks bei 4,8 m Breite und bei Spannweiten (l) bis zu 35 m, $K = 600 + 160l + 6l^2$ in Francs und bei Spannweiten über 35 m unter Anwendung von Howeträgern $K = 600 + 160l + 8l^2$ in Francs, wobei die Kosten für 1 cbm bearbeitetes Holz (Tanne), welche im Canton Bern zwischen 50 und 60 Frcs. schwanken, mit 56 Frcs. in Rechnung gestellt sind.

Fachwerksbrücken (in Holz).

Wie schon erwähnt, bestehen die neuen hölzernen Brücken gröfserer Spannweiten aus Fachwerksconstructionen und zwar sind von etwa 35 m Spannweite an in der Mehrzahl Howeträger verwendet.

Im Canton Bern ist in mehreren Fällen und wird neuerdings durchgängig von der allgemein üblichen Howe-Construction abgewichen. Die Abänderungen erstrecken sich zunächst auf die Anordnung des Fachwerks, dann aber auch auf die Einzelverbindungen.

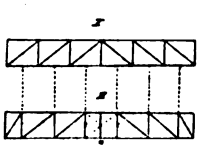
Die auf Blatt 6 dargestellte Aarebrücke bei Hinterkappeln läfst die älteren Verbesserungen erkennen. Zunächst bestehen die Gurtungen nicht wie gewöhnlich aus drei, sondern nur aus zwei, bei gröfseren Weiten aus vier Balken, in welche die Diagonalen ohne Anwendung der üblichen Stemmklötze mit Versatzung eingreifen. Die Klötze werden deshalb fortgelassen, weil einerseits dieselben mit der Zeit trocknen, infolge dessen schwinden, wodurch eine Lockerung der bezüglichen Verbindung eintritt,

andererseits, weil es häufig schwierig ist, gutes trockenes, zu Stemmklötzen geeignetes Eichenholz zu beschaffen. Auch ziehen es die Schweizer Zimmerleute vor, die einfache Versatzung auszuführen, statt die Streben sorgfältig auf die Stemmklötze aufzupassen.

Als Material für die Holztheile dient neuerdings fast ausschliefslich Kiefernholz, während ältere Brücken aus Eichen- und Lärchenholz noch vielfach vorhanden sind. Damit sich die Streben nicht in die Gurtungen einbeifsen, vielmehr eine gleichmäfsige Druckübertragung stattfinde, werden an den Versatzstellen Winkeleisenstücke wie nebenstehend eingelegt, eine Anordnung, die sich als zweckmäfsig durchaus bewährt hat.

Die Druckdiagonalen sind nach einem doppelten, die gezogenen dagegen nach einfachem System angeordnet. Erstere bestehen, den Gurtungen entsprechend, aus doppelten Balken, deren Stärken mit den Beanspruchungen zu- oder abnehmen, letztere aus einfachen, nur 18/18 cm starken Hölzern. Die mittlere Verticale, welche sowohl Druck wie Zug erhalten kann, besteht aus zwei kräftigen Hölzern und einer zwischen denselben liegenden Zugstange. Die Neigung der gedrückten Diagonalen beträgt im vorliegenden Fall etwa $30^1/_2{}^0$.

Die Erfolge der vorbeschriebenen Verbandsänderungen der Howeträger führten dann zu der weitergehenden, auf Blatt 6 dargestellten Art, welche z. B. bei der neuerdings ausgeführten Brücke über die Emme bei Emmenmatt angewendet wurde, und welche in der gänzlichen Fortlassung der Gegenstreben besteht. In dieser Form kann der Träger jedoch nicht mehr als Howeträger bezeichnet werden, derselbe ist vielmehr lediglich ein Fachwerkträger mit doppelter Schaar von Druckdiagonalen, dessen Form sich aus den beiden nebenstehend skizzirten Systemen zusammensetzt.



Bei der Emmenmatt-Brücke ergiebt die Rechnung, dafs in System I sämtliche Diagonalen nur gedrückt, sämtliche Verticalen nur gezogen werden. In System II würden im Mittelfelde je nach der Belastung sowohl Zug- als auch Druckspannungen der Diagonalen entstehen können. Es würde sich daher empfehlen, hier doppelte Diagonalen anzuordnen. Da dies indessen Constructionsschwierigkeiten verursacht, sind bei der Brücke Diagonalen im Mittelfeld des Systems II ganz fortgelassen, dagegen ist in der Mitte noch eine steife Verticale *a* angeordnet.

Thatsächlich läfst es sich, da bei den hölzernen Strafsenbrücken das Eigengewicht verhältnifsmäfsig viel gröfser ist, als die mobile Belastung, stets einrichten, dafs die Diagonalen nur Druck, die Verticalen mit Ausnahme der mittelsten nur Zugspannungen erhalten. Die Anordnung von Gegenstreben ist daher, wenn die übrigen Verhältnisse richtig gewählt werden, völlig überflüssig, und die Construction, wie sie die Emmenmattbrücke zeigt, durchaus sachgemäfs. Der Howeträger erforderte zunächst gegenüber dem Fachwerkträger nach Ganguillets Anordnung erheblich mehr Material, und zwar mindestens so viel mehr, als die Gegenstreben enthalten, da durch das Vorhandensein der letzteren die Spannungen der Hauptstreben und der verticalen Zugstangen nicht

geändert werden. (Confr. Winkler, die Gitterträger S. 54.) Durch den Fortfall der Gegenstreben wird ferner die ganze Construction wesentlich einfacher. Die übliche Anordnung von drei nebeneinander liegenden Gurtungsbalken kann verlassen werden, es ist vielmehr zweckmäfsiger, zwei kräftige Balken, und bei sehr grofsen Spannweiten deren vier anzuwenden. Aufserdem fallen, wie schon erwähnt, die kostspieligen Stemmklötze fort, an deren Stelle eine einfache Versatzung unter Anwendung von Winkeleisenstücken und Schraubenbolzen tritt.

Es ist überraschend, dafs bei den erwähnten Vorzügen diese Construction an andern Orten nicht schon häufiger angewendet wurde; dies erscheint vielleicht nur dadurch erklärlich, dafs die durch Culmann zuerst in Deutschland bekannt gewordenen amerikanischen Howeträger zwar nachgeahmt, Verbesserungen derselben und die Verwendung von einfachen Fachwerkträgern des beschriebenen Systems aber bisher nur selten versucht worden sind.

Brücken mit einer Construction ähnlich derjenigen der Emmenmattbrücke bezw. der Aarebrücke in Hinterkappeln sind aufserdem noch ausgeführt über die Zihl bei Neuenburg (45 m), über die Aare bei Murgenthal (zwei Oeffnungen zu 45 m) und an der Sensebrücke im Amt Schwarzenburg (43,2 m), letztere allerdings noch mit Stemmklötzen.

Bedeutende Brücken mit gewöhnlichen Howeträgern sind u. A. die Brücke über das Ruseintobel bei Dissentis mit 56,2 m Lichtweite und einfachem Howe-System (conf. Bavier Strafsen der Schweiz), sowie eine ganze Reihe von Rheinbrücken in Canton St. Gallen, meist mit vier bis sechs Oeffnungen zu 25 m Spannweite, gedeckt und eingeschalt (doppeltes System) u. A. Letztere sollen nach und nach durch eiserne ersetzt werden, was indessen wohl nicht eher stattfinden wird, als bis die Rheincorrection vollendet ist.

Mit Rücksicht auf diese und auf eine möglichst grofse Kostenersparnifs werden auch in jüngster Zeit noch derartige hölzerne Rheinbrücken gebaut. Die Kosten einer solchen Brücke von den oben erwähnten Dimensionen betragen gegen 70 000 Fr., einschliefslich der Joche und ausschliefslich der Widerlager.

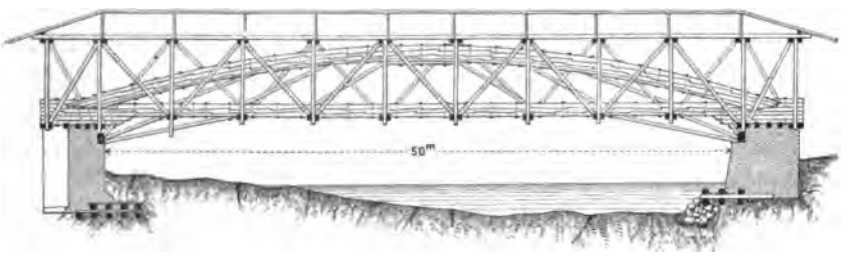
Bemerkenswerthe überdachte Eisenbahnbrücken mit Howeträgern befinden sich unter anderen im Zuge der Nordost-Bahn bei Mühlheim und auf der Linie der Vereinigten Schweizer Bahnen bei Ragaz. Letztere Brücke, ausschliefslich aus Lärchenholz bestehend, ruht auf eisernen, mit einem Mantel aus starken hölzernen Bohlen umgebenen Röhrenpfeilern, welche an der Stelle der früher vorhandenen hölzernen Joche seiner Zeit auf pneumatischem Wege versenkt wurden. Die Streben der Träger sind zum Theil in der Längsrichtung stark gerissen, so dafs man eiserne Bänder an den betreffenden Stellen um die Streben zu legen genöthigt war. Das Geleis ruht auf hölzernen, 40 cm hohen Querschwellen, welche unmittelbar auf den unteren Gurtungen der beiden Hauptträger liegen. Die mithin etwa 4 m freiliegenden Schwellen erleiden durch die darüber fahrenden Züge ganz erhebliche Durchbiegungen, welche sich auch auf die unter den Schwellen liegenden Kreuze des waagerechten Windverbands übertragen. Letzterer schliefst deshalb auch nicht fest an die Hauptträger an, vielmehr sind starke Fugen bemerkbar.

Die Fahrbahnconstruction kann als zweckmäfsig nicht bezeichnet werden.

Bogenhänge- und Sprengewerke.

Bogenhänge- und Sprengwerk-Brücken sind noch vielfach vorhanden, namentlich in den Cantonen Zürich, Bern und Graubünden. Die bemerkenswerthesten liegen in letzterem Canton, so die im J. 1828 erbaute Brücke über das Versammer Tobel — die bedeutendste derartige Brücke in der Schweiz — mit einer Oeffnung von

Brücke bei Ilanz.



60 m Spannweite, welche in Bavier's Werk publicirt ist, diejenige bei Ilanz von etwa 50 m Weite u. A. Das System der letztern ergiebt sich aus der obenstehenden Zeichnung. Die doppelten Hängesäulen tragen gleichzeitig das Dach, und die zwischen denselben angeordneten Diagonalkreuze steifen die Säulen gegen einander ab.

Die grofse Bogenhängebrücke bei Reichenau von rund 66 m Spannweite ist, wie bereits erwähnt, im Jahre 1880 ein Raub der Flammen geworden.

Eine andere bedeutende derartige Brücke befindet sich bei Charmey im Canton Freiburg. Sie hat 60 m Spannweite, 7 m Pfeilhöhe und 5,3 m Höhe. Eine Zeichnung derselben befindet sich in der schweizerischen Zeitschrift „Die Eisenbahn" Jahrgang 1879. Nachdem in neuerer Zeit eine Strafsenverlegung stattgefunden und in letzterer und in unmittelbarer Nähe dieser Brücke eine neue eiserne Bogenbrücke (pont du Javroz) ausgeführt worden ist, wird die Holzbrücke, welche übrigens schon erhebliche Instandsetzungsarbeiten erfordert hat (confr. Eisenbahn. 1880. Band XIII. S. 139), nicht mehr benutzt.

In neuerer Zeit werden, wie bereits erwähnt, Bogenhängewerke und Combinationen von solchen mit Fachwerksträgern nicht mehr ausgeführt.

III. Eiserne Brücken.

Das gröfste Contingent an eisernen Brücken stellen naturgemäfs die Eisenbahnen. Boten schon die älteren Bahnen wie die Strecke Basel-Olten-Bern, Bern-Freiburg u. A. Gelegenheit zu Brückenbauten, welche seiner Zeit durch die Gröfse ihrer Verhältnisse berechtigtes Aufsehen erregten, wie z. B. die von Etzel beschriebenen Aare-Brücken bei Olten und Bern, der Viaduct Grandfay bei Freiburg, die Sitterbrücke bei St. Gallen u. s. w., so ist infolge der aufserordentlichen Thätigkeit, welche in den letzten Jahren, freilich

nicht immer zum Segen des Landes, in der Herstellung neuer Schienenverbindungen entfaltet wurde, den Schweizerischen Ingenieuren die Bearbeitung zahlreicher umfangreicher und schwieriger Aufgaben im Gebiet des Brückenbaus zugefallen, welche zum Theil recht interessante Lösungen gefunden haben. Indessen sind auch, namentlich aus neuerer Zeit eine Reihe von Strafsenbrücken höchst beachtenswerth.

Es würde zu weit führen, und es wäre auch aus Mangel an Material nicht angängig, eine auch nur annähernd genaue Zusammenstellung der eisernen Brücken der Schweiz geben zu wollen. Es wird vielmehr genügen und dem beabsichtigten Zweck entsprechen, aus der grofsen Anzahl der hierher gehörigen Bauwerke die bemerkenswerthesten herauszugreifen und von diesen wiederum nur jene näher zu besprechen, welche eine eingehendere Veröffentlichung in deutschen Fachzeitschriften bisher noch nicht gefunden haben, durch interessante Einzelconstructionen oder sonstige Eigenthümlichkeiten aber unsere Beachtung vorzugsweise in Anspruch nehmen. Der Brückenbau ist indessen heut schon ein so tief durchgearbeitetes und in seinen verschiedensten Zweigen so gründlich durchforschtes Feld, dafs überraschende Neuigkeiten kaum noch zu erwarten sind, zumal in einem Lande wie die Schweiz, dessen Ingenieure nicht in sich abgeschlossen wie etwa die amerikanischen sich eigenartig entwickelt, sondern vielmehr aus der benachbarten deutschen und der französischen Technik geschöpft haben. Immerhin bietet sich doch, wie wir sehen werden, manches Interessante dar.

Die vorhandenen hier zu behandelnden Bauwerke lassen sich zweckmäfsig trennen in:

A. Fachwerkbrücken mit massiven Pfeilern,
B. Fachwerkbrücken mit eisernen Pfeilern,
C. Bogenbrücken,
D. Hängebrücken.

A. Fachwerkbrücken mit massiven Pfeilern.

a) Eisenbahnbrücken.

Während die älteren zahlreichen Brücken dieser Art meist continuirliche Parallelträger mit engmaschigem Netzwerk zeigen, weisen die neueren Brücken die verschiedensten Systeme auf. Jedoch sind hier ebenfalls, wenigstens bei gröfseren Weiten, die continuirlichen Träger und das mehrfache Netzwerk bevorzugt.

Brücken der Nordostbahn.

Wenden wir uns nun den einzelnen Objecten zu, so sind zunächst die auf den neueren Strecken der Nordostbahn, nämlich der Bötzbergbahn, der linksufrigen Zürichseebahn, auf den Strecken Winterthur-Coblenz, Baden-Niederglatt und Effretikon-Hinweil, befindlichen gröfseren Brücken bemerkenswerth. Dieselben, 13 an der Zahl, mit Lichtweiten der einzelnen Oeffnungen von 26 bis 51,7 m sind sämtlich in den Jahren 1872 bis 1876 unter der Leitung des Oberingenieur Moser erbaut, dessen Freundlichkeit ich die auf Blatt 7 dargestellten Uebersichtsskizzen sowie die nachstehende Tabelle über Gewichte, Abmessungen und Kosten verdanke, welche letztere übrigens bereits 1876 auf der Ausstellung in Philadelphia zu sehen war.

Benennung	System	Lage der Fahrbahn	Traceangaben			Zahl der Geleise		Oeffnungen		
			Radius in Meter	Steigung in ‰	Winkel mit Bahnaxe	Unterbau	Eisenconstruction	Zahl	Lichtweite einzeln in Meter	Lichtweite von Widerlager zu Widerlager
I. Bötzbergbahn										
1. Aarbrücke bei Brugg	Pauli	oben	480	12	90°	2	1	5	35,7 46,2 56,9 46,2 36,7	233,7
2. Mühlethalbrücke bei Mumpf	Fachwerk	oben	600	—	90°	2	1	2	26,4	54,9
3. Ergolzbrücke bei Augst	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	90°	2	1	4	28,7 35,2 35,2 28,7	133,8
II. Linksufrige Zürichsee-Bahn										
4. Sihlbrücke bei Zürich	Parabelträger	unten	—	—	60°	2	2	1	42,7	42,7
5. Aabrücke bei Lachen	Parabelträger	unten	—	—	35° 17′	1	1	1	36,0	36,0
6. Linthbrücke bei Ziegelbrücke, untere	Parabelträger	unten	—	—	35° 33′	1	1	1	51,7	51,7
7. Linthbrücke bei Ziegelbrücke, obere	Parabelträger	unten	300	—	32° 10′	1	1	1	53,0	53,0
III. Winterthur-Coblenz										
8. Töfsbrücke bei Töfs	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	68° 12′	1	1	2	26,1 25,9	54,0
9. Wildbachbrücke bei Embrach	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	90°	1	1	3	28,0 34,0 28,0	94,0
10. Glattbrücke bei Rheinsfelden	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	90°	1	1	3	33,5 40,7 33,5	113,1
IV. Baden-Niederglatt										
11. Limmatbrücke bei Baden, untere	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	52° 8′	3	3	3	38,4 47,8 38,5	131,1
12. Limmatbrücke bei Wettingen, obere	Fachwerk continuirlich	oben	—	—	71° 26′	2	2	3	40,0 51,1 40,0	136,1
V. Effretikon-Hinweil										
13. Wildbachbrücke bei Wetzikon	Fachwerk	oben	350	10	90°	1	1	3	27,0	85,1

Träger		Gewicht in Kilogramm		Kosten in Francs		Inclusive Mauerung				Bemerkungen.
Öffnung in Meter	Höhe in Meter	zusammen	pr. lfd. Meter einspurig	zusammen	pr. lfd. Meter einspurig	Länge in Meter	überbrückte Fläche □ Meter	Totalkosten Frcs.	per □ Meter überbrückte Fläche Frcs.	
4	5,5	63 500								
4	7,6	92 000								Nicht inbegriffen ist der Hängsteg, dessen Kosten bei 155 m Lichtweite 38 000 Fr. betragen.
4	8,7	127 400	1876	393 000	1682	251,8	6300	819 000	130	
4	7,6	92 000								
4	5,5	63 500								
		438 400								
2,3	3,05	56 800	1034	29 800	543	89,3	1080	102 000	94	Geleiseüberhöhung wird durch ungleich hoch gelagerte Träger bewirkt.
2,2	3,406									
2,2	3,406									
2,2	3,406	144 300	1078	75 800	566	146,8	1910	167 000	87	
2,2	3,406									
4,8	6,0	160 000	1874	90 000	1054	56,8	310	138 000	445	Fundation: Beton m. Spundwänden. Eisenconstruction wurde geschoben.
4,8	3,8	67 100	1864	37 800	1050	48,7	120	49 000	408	Eisenwerk auf Gerüst mont.
4,8	6,2	104 200	2015	58 800	1137	96,0	520	90 000	173	Fundation: Beton m. Spundwänden. Eisenconstruction auf Gerüst montirt.
6,3	7,6	135 000	2547	76 100	1436	95,3	550	140 000	254	Fundation: Beton m. Spundwänden bei starkem Wasserandrang. Montage a. Gerüst.
2,0	2,2	45 000	833	22 500	417	69,8	430	52 000	121	Fundation: Beton m. Spundwänden.
2,2	3,1	95 000	1010	47 500	505	108,4	2230	163 000	73	Eisenconstruction auf Gerüst montirt.
2,3	3,8	120 000	1061	60 000	530	145,0	3370	260 000	78	Eisenconstruction auf Gerüst montirt.
2,3	4,7	600 000	1526	286 500	729	168,1	4150	673 000	162	Schwierige Fundation der Pfeiler, namentlich aber des Widerlagers links.
5,0	5,4	400 000	1465	191 000	700	162,0	3380	383 000	113	Schwierige Pfeilerfundation.
2,3	2,80	98 000	1149	49 000	574	95,8	880	79 000	90	Geleiseüberhöhung wird durch die ungleich hohen Träger bewirkt.
	2,90									

Aarebrücke bei Brugg.

Das bedeutendste unter diesen Bauwerken ist die Brücke bei Brugg, welche die Aare etwa 30 m hoch über Mittelwasser, sowie die an beiden Ufern liegenden Landwege überspannt und eine Mittelöffnung von 58,3 m, zwei Seitenöffnungen von je 47,7 und zwei Endöffnungen von je 37,1 m Stützweite besitzt. Die Fahrbahn der Brücke liegt in einer Curve von 480 m Radius und gleichzeitig in der Steigung von 12 $^0/_{00}$. Es war daher hier die Anwendung continuirlicher Träger von vornherein ausgeschlossen. Vermuthlich hat die bezeichnete Lage der Brücke Veranlassung zur Anwendung von Pauliträgern gegeben, um eine gröfsere Standfestigkeit gegen die Wirkung der Centrifugalkraft zu erzielen, als bei Anordnung von Parallelträgern mit oben liegender Fahrbahn möglich wäre. Die Pfeiler sind auf den Fels ohne künstliche Mittel fundirt, radial zur Curve eingestellt und für das Bedürfnifs einer zweigeleisigen Bahn ausgeführt, während der eiserne Ueberbau vorläufig nur eingeleisig hergestellt ist. Die Mittelpfeiler haben bei etwa 27 m Höhe eine obere Stärke von 3,6 m erhalten, welche nach unten zu im Verhältnifs von etwa 1 : 15 zunimmt. Die Endpfeiler sind der geringeren Höhe entsprechend schwächer in ihren Abmessungen. Sämmtliche Pfeiler stehen zu der Gröfse des Bauwerks in sehr angemessenem Verhältnifs und erscheinen keineswegs zu stark. Die Quaderverblendung der Ansichtsflächen ist unter Anwendung kräftiger Bossen sehr sauber ausgeführt und erhöht den Eindruck der Befriedigung, welchen der Anblick des Bauwerks hervorruft. Die Pfeiler sind gleichzeitig dazu benutzt, um einen Fufsgängerhängesteg zu unterstützen, welcher zur Verbindung der beiden an den Ufern hinlaufenden Wege bestimmt ist.

Der eiserne Ueberbau für das Bahngeleis besteht für jede Oeffnung aus zwei, 4 m von einander entfernt angeordneten Pauliträgern. Da diese Entfernung bei sämtlichen Oeffnungen festgehalten ist, die Höhe der Träger der Endöffnungen 5,4 m, diejenige der Mittelöffnung dagegen 8,7 m beträgt, so ist für letztern das Verhältnifs der Trägerentfernung zur Trägerhöhe ein etwas ungünstiges. Die Feldertheilung beträgt durchweg bei sämtlichen Oeffnungen 5,3 m. In der Mitte zwischen je 2 Knotenpunkten ist für die obere Gurtung eine Querverbindung von ⊣⊢förmigem Querschnitt an das Stehblech angeschlossen; an derselben Stelle erhebt sich auf der oberen Gurtung eine Verticale, welche jedoch lediglich zur Unterstützung des Fufssteges dient. Die untere Gurtung besitzt einen ⊥förmigen Querschnitt, die obere dagegen einen Iförmigen. Die Stärken der Gurtungen sind für die äufseren Träger der Mittelöffnung und der Zwischenöffnungen etwas gröfser gewählt als für die inneren Träger, besitzen jedoch in den Endöffnungen bei beiden Trägern gleiche Gröfse.

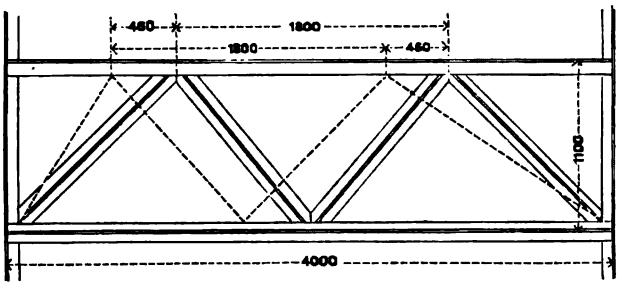
Wie aus den Zeichnungen auf Blatt 8 hervorgeht, beträgt die Höhe des Stehblechs für die obere Gurtung 600, für die untere 450 mm, die Breite der Deckplatten durchweg 400 mm, die Stärke der Winkeleisen $100 \cdot 100 \cdot 13$. Die Stärke der Stehbleche und der Deckplatten ist verschieden, sodafs sich nachstehende Abmessungen der einzelnen Gurtungen ergeben.

	Stärke des Steh-blechs mm	Anzahl der Deck-platten	Stärke einer Deck-platte mm	Anzahl der Gurt-winkel	Nutz-barer Quer-schnitt qcm rund
I. Mittelöffnung (58,3 m)					
1. äufserer Träger					
a) obere Gurtung	12	3	12	4	270
b) untere Gurtung	14	3	14	2	260
2. innerer Träger					
a) obere Gurtung	12	2	10	4	249
b) innere Gurtung	12	2	10	2	203
II. Zwischenöffnungen (47,7 m)					
1. äufserer Träger					
a) obere Gurtung	11	2	12	4	220
b) untere Gurtung	12	2	12	2	180
2. innerer Träger					
a) obere Gurtung	11	2	12	4	220
b) untere Gurtung	12	2	10	2	164
III. Endöffnungen (37,1 m)					
Für beide Träger gleich					
a) obere Gurtung	12	1	12	4	175
b) untere Gurtung	12	1	12	2	140

Wie aus den auf Blatt 8 weiter gegebenen Skizzen ersichtlich ist, sind die Stehbleche an sämtlichen Knotenpunkten gestofsen, die Stöfse der Winkeleisen und Lamellen aber gegeneinander versetzt.

Behufs gefälliger Durchführung der Bogenform der Gurte sind die Verticalen und Diagonalen mit Hülfe von Blechen, und zwar die Verticalen innen, die Diagonalen abwechselnd aufsen und innen, angeschlossen. Die Verticalen bestehen in der Mittelöffnung aus zwei Winkeleisen von 125 · 125 · 14 bei 450 kg Druck auf das qcm, in der Zwischen- und Endöffnung aus je zwei Winkeleisen von 100 · 100 · 10 und bezw. 450 und 400 kg Druck auf das qcm. Die Diagonalen bestehen aus ⊥-Eisen in fünf verschiedenen Abmessungen, von 125 bis 160 mm Breite, 75 bis 94 mm Steghöhe und 10 bis 17 mm Stärke. Die Kreuzungspunkte der Diagonalen sind durch ein bis an die Auflager durchgeführtes Flacheisenband von 120/10 mm Stärke verbunden. Einfach und zweckmäfsig angeordnet ist die Zusammenführung der Gurtungen über den Auflagern, welche aus Blatt 8 im Einzelnen ersichtlich ist. Es sind zwei Windverbände angeordnet. Der untere ist an die waagerechte Lamelle der unteren Gurtung angeschlossen, besteht aus Flacheisen und entspricht in seiner Anordnung der Feldbreite von 5,30 m. Der obere Windverband bildet, entsprechend der Stellung der Verticalen, Kreuze von 2,65 m Weite und besteht aus T-Eisen, welche in den Endfeldern an die Lamelle der oberen Gurtung mittels Bleche, in den Mittelfeldern jedoch wegen der Lage der Längsträger an die unteren Winkeleisen der oberen Gurtung angeschlossen sind.

Die Fahrbahn ruht auf Längs- und Querträgern. Letztere sind nicht vollwandig, sondern als Gitterträger ausgebildet, deren obere Gurtungen aus zwei Winkeleisen bestehen, während die unteren und die Streben aus zwei ⊥-Eisen zusammengesetzt sind. An den Knotenblechen, welche den Anschluſs der unteren Gurtungen der Querträger an die Trägerpfosten vermitteln, greifen gleichzeitig die aus ⊥-Eisen bestehenden Streben des senkrechten Kreuzverbandes an. Da nun wegen der Geleislage in der Curve die Lage der Längsträgerauflager in Bezug auf die Hauptträger, und anderseits auch die Höhe der letzteren veränderlich ist, so ergeben sich die Querverbindungen sämtlich von einander verschieden. Die Anordnung in den Mittelfeldern der Träger geht aus dem Querschnitt auf Blatt 8 hervor, welcher durch das dritte Feld eines Trägers der Endöffnungen geführt ist. Die Querträgerhöhe beträgt 1,10 m. Die normale Stellung der Querträger-Streben ist beistehend gezeichnet. In der Mittelöffnung beträgt die Abweichung von der normalen Anordnung 460 mm und in den Endöffnungen 190 mm.



Die Längsträger sind vollwandige Blechträger. Zur Erzielung der Ueberhöhung haben dieselben eine ungleiche Höhe (450 bezw. 550 mm) erhalten. Die oberen Gurtungen derselben sind über jeder Hauptträgerverticalen mit dieser durch je zwei horizontal liegende Winkeleisen verbunden, welche gleichzeitig das Geländer und die Laufbohlen tragen. An den unteren Gurtungen der Längsträger ist noch ein leichter Flacheisenkreuzverband mit Schrauben befestigt.

Die Auflager sind Zapfenkipplager, und so angeordnet, daſs auf jedem Pfeiler ein festes und ein bewegliches sich befindet. Letztere sind Pendellager, welche in den Endöffnungen 4, in den Zwischenöffnungen 5, und in der Mittelöffnung 6 Pendel besitzen. Die Auflagerplatten, deren Details aus den Zeichnungen auf Blatt 8 hervorgehen, sind, was neuerdings in der Schweiz vielfach geschieht und auch sehr zweckmäſsig erscheint, aus Schmiedeeisen hergestellt.

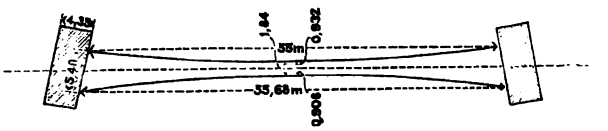
Der Berechnung wurde eine Eigengewichtsbelastung zu Grunde gelegt von

2,7 tons auf 1 m für die Oeffnung von 58,3 Weite,
2,4 tons auf 1 m für die Oeffnung von 47,7 Weite,
2,0 tons auf 1 m für die Oeffnung von 37,1 Weite,

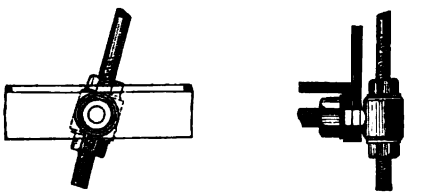
während als zufällige Last eine $58^1/_2$ t schwere, 13,5 m lange Tendermaschine angenommen wurde. Mit Rücksicht auf den Einfluſs der Lage in der Curve wurde die Vertheilung jedes Achsdruckes auf die beiden Hauptträger ermittelt, hiernach auf graphischem Wege die Form des Trägers bestimmt und die Berechnung ebenfalls graphisch nach Culmann durchgeführt. Das Gewicht der Eisenconstruction beträgt 438 400 kg oder für das lfd. m 1876 kg. Die Kosten desselben haben 393 000 Fr., die Gesamtkosten des Bauwerks mit Ausschluſs des Hängestegs 819 000 Fr. oder auf 1 qm überbrückte Fläche 130 Fr. betragen.

Der in den drei mittelsten Oeffnungen angeordnete Hängesteg hat 155 m Lichtweite und liegt ebenfalls in einem Gefälle von etwa 12 $^0/_{00}$. Die Hängeseile bestehen je aus 7 Litzen von je 19 Drähten, zusammen also aus 133 Drähten von 4,3 mm Durchmesser, woraus sich ein Querschnitt von 1930 qmm ergiedt. Die Seile gehen durch die mittelsten Pfeiler hindurch und sind in den nächsten Zwischenpfeilern verankert. Damit dieselben nicht durch die Pfeiler hindurchgleiten können, sind besondere Klemmvorrichtungen angebracht, welche eine Verschiebung des Seiles innerhalb der Pfeiler wirksam verhindern. Wie aus der Zeichnung auf Blatt 8 ersichtlich, legt sich die das Seil fest umfassende Klemmvorrichtung mittels zweier keilförmiger Zwischenstücke gegen das in den Pfeilern eingesetzte Gufsstück. Die Zwischenstücke sind durch Schrauben verrückbar, sodafs innerhalb gewisser Grenzen dem aus dem Pfeiler heraustretenden Seil die gewünschte Lage gegeben werden kann. Die gewählte Construction ist einfach und zweckentsprechend. Die Verankerung der Seilenden in den Pfeilern ist nach der in America gebräuchlichen, von Malézieux bereits beschriebenen Methode in der Weise erfolgt, dafs aus dem aufgedrehten Seilende durch Umbiegen der Drahtenden ein Conus gebildet wurde, welcher sich in eine entsprechend gearbeitete Hülse einsetzt.

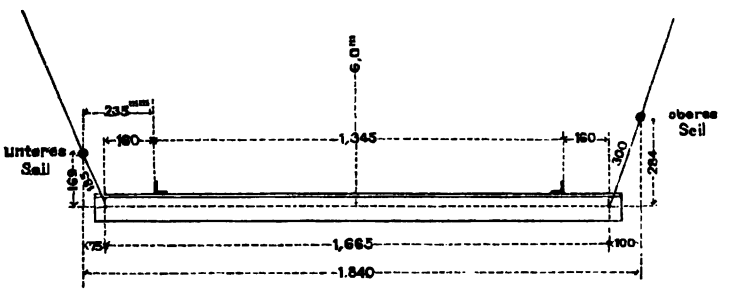
Da die Pfeiler nicht parallel, sondern radial zur Curve des Geleises stehen, so haben auch die Seile flufsauf- und abwärts verschiedene



Spannweiten. Der Unterschied beträgt mit Rücksicht auf die Entfernung der beiden Aufhängepunkte an einem Pfeiler von 5,4 m für die Mittelöffnung etwa 68 cm, woraus bei gleicher Belastung für das flufsabwärts liegende Seil in den Aufhängepunkten eine etwa 2,5 $^0/_0$ gröfsere Spannung als für das aufwärts liegende resultirt. An den beiden Tragseilen greifen die Hängestangen an, welche, wie beistehend gezeichnet, drehbar an den die Laufbahn unterstützenden Profileisen befestigt sind.



Nebenstehende Skizze giebt die wichtigsten Mafse in der Mitte der Hauptöffnung, woraus ersichtlich wird, dafs das Tragseil an dieser Stelle flufsaufwärts 115 mm höher liegt als flufsabwärts. Zur



Versteifung des Hängestegs dient aufser der geneigten Anordnung der Hängestangen die als Gitterträger ausgeführte Geländerconstruction. Trotz dieser Hülfsmittel schwankt der Steg schon bei dem gleichzeitigen Passiren mehrerer Menschen recht merkbar.

Der Berechnung der Hängebrücke ist eine zufällige Last von 200 kg für das qm Brückenbahn zu Grunde gelegt. Das Eigengewicht der Mittelöffnung beträgt rund 12 000 kg oder auf das lfd. m etwa 218 und auf das qm der 1,35 m breiten Bahn 160 kg. Die Probebelastung wurde am 30. Juni 1875 durch Aufbringen von Schienen auf die Mittelöffnung im Gesammtgewicht von rund 12 000 kg vorgenommen. Hierbei zeigte das flufsabwärts liegende Seil eine gröfsere Scheitelsenkung als das aufwärts liegende. Der Steg selbst bog infolge dessen flufsabwärts in waagerechtem Sinne aus. Das Schlufsergebnifs war eine Einsenkung des Seiles

flufsaufwärts von . . . . . 90 mm,
und flufsabwärts von . . . . . 160 „

die seitliche waagerechte Einbiegung des Steges betrug flufsabwärts hin 85 mm, und zwar fand diese waagerechte Ausbiegung annähernd nach einer Parabel statt. Obwohl, wie schon erwähnt, in dem flufsabwärts liegenden Seil gröfsere Spannungen und infolge dessen auch gröfsere Streckungen eintreten mufsten, als in dem oberen Seil, dürfte doch die bedeutende Einsenkung von 160 mm gegenüber 90 mm des aufwärts liegenden Seils nicht allein hierauf, sondern auf andere Umstände, wie geringere Festigkeit des ersteren Seils usw. zurückzuführen sein. Dem Vernehmen nach soll das fragliche Seil bei der Aufstellung seiner Seite von der Rolle abgefallen sein und sich infolge dessen aufgedreht haben. Es wurde nachher ausgeglüht, wodurch es vermuthlich an Festigkeit verloren hat. Der übrigens plötzliche Eintritt der erheblichen Senkung des belasteten Seils läfst ferner darauf schliefsen, dafs die gerade gebliebene Seele des Seils bei der Belastung gerissen, dafs sich infolge dessen die vorher losen Litzen scharf angespannt haben, und hierdurch die erhebliche Dehnung des Seiles eingetreten ist.

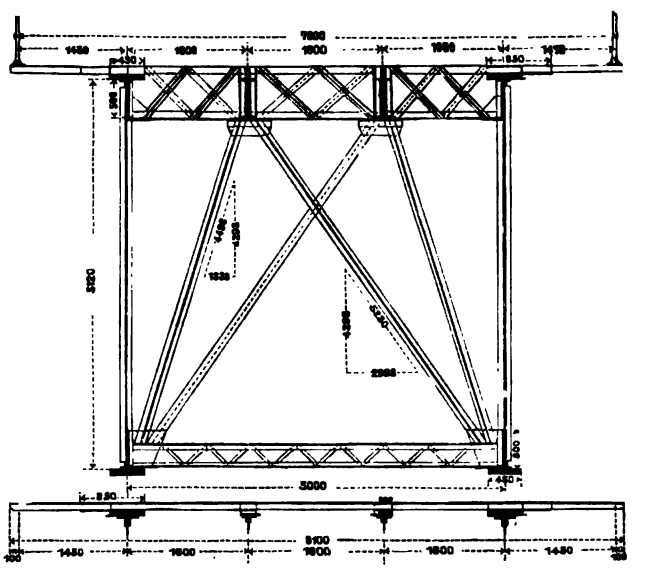
Die Kosten des Steges haben 38 000 Fr. oder für das lfd. m 2450 Fr. betragen.

Bemerkenswerth ist noch das bei der Aufstellung der Mittelöffnung der Eisenbahnbrücke angewendete, in dem Bericht über die von der Nordostbahn in Philadelphia 1876 ausgestellten Gegenstände beschriebene Verfahren. Die Aufstellung erfolgte nämlich auf einem, nur für den Zweck zusammengeschraubten Gitterträger, dessen Stäbe aus Flacheisen bestanden, die gegen das Ausbauchen durch lothrechte hölzerne Zangen geschützt wurden. Der Gitterträger innerhalb der Mittelöffnung wurde ohne Anwendung von Stützen in der Weise hergestellt, dafs die beiden Gitterträger, welche zur Aufstellung der Seitenöffnungen gedient hatten, zunächst aus den bezüglichen Oeffnungen heraus und dann zu einem einzigen, die Mittelöffnung überspannenden Träger zusammengeschoben wurden. Nach Befestigung der beiden Theile und Entfernung der noch in die Seitenöffnungen hineinragenden Enden wurde dann der Träger in die Mittelöffnung hineingeschoben und zur Aufstellung benutzt. Bei der grofsen Höhe über der Aare, in welcher dieselbe ausgeführt werden mufste, war diese Einrichtung, durch welche die Errichtung kostspieliger Hülfspfeiler in dem Aarbett gänzlich vermieden wurde, höchst zweckmäfsig, und kann dieselbe in ähnlichen Fällen zur Nachahmung sehr empfohlen werden.

Andere Brücken der Nordostbahn.

Hinsichtlich der übrigen auf Blatt 7 dargestellten bedeutenden Brückenbauwerke, deren Hauptabmessungen, Gewichte und Kosten aus der Tabelle hervorgehen, ist zu bemerken, dafs bei obenliegender Fahrbahn fast ausschliefslich continuirliche Gitterträger mit 4- bis 6fachem Netzwerk angewendet und dafs selbst bei gröfseren Spannweiten die Anordnung der Schwellen direct auf den Gurtungen derjenigen von Quer- und Längsträgern vorgezogen wurde.

Naturgemäfs ergab sich hieraus die Nothwendigkeit, die Hauptträger nahe zusammen zu rücken. Das ungünstigste Verhältnifs in dieser Beziehung zeigt die Limmatbrücke bei Baden, welche bei 4,7 m Trägerhöhe eine Trägerentfernung von nur 2,3 m hat. Indessen liegen hier 3 Systeme (für 3 Geleise) nebeneinander, welche durch kräftige Querverbindungen gegen einander abgesteift sind, wodurch der Einfluſs der geringen Trägerentfernung zum Theil wieder aufgehoben wird. Bei den übrigen bezüglichen Brücken variirt das Verhältnifs von Trägerhöhe zur Trägerentfernung zwischen 2,2:2,0 und 3,8:2,3. Interessant ist wegen der Anordnung der Querverbindungen noch der nebenstehend dargestellte Querschnitt der Limmatbrücke bei Wettingen.



Es ist nicht zu leugnen, dafs das hier durchgeführte Princip der unmittelbaren Auflagerung der Schwellen auf den Trägern, selbst bei Spannweiten bis zu 40 m und mehr, vielfache Vortheile hat, und, wie die Erfahrung an den fragl. Brücken lehrt, auch ganz unbedenklich ist, wenn die Querverbindungen und Auflager solid construirt werden. Unzweifelhaft sind auch die verhältnifsmäfsig geringen Gewichte dieser Brücken eine Folge der erwähnten Anordnung.

Letztere erfordert indessen starke Schwellen nämlich bei

2 — 2,3 m Trägerentfernung 25/25 cm,
2,3 — 2,5 m „ 25/30 cm.

Bei hohen Holzpreisen wird daher mit Rücksicht auf die kurze Dauer der Holzschwellen die Anordnung von Quer- und Schienenträgern selbst bei gröfserem Gewicht verhältnifsmäfsig billiger sein, doch ist diese Frage zur Zeit wohl deshalb ohne Bedeutung, weil neuerdings, in Deutschland wenigstens, hölzerne Schwellen bei Brücken nicht mehr häufig angewendet werden, das Bestreben vielmehr dahin geht, dieses

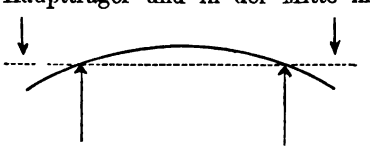
vergängliche Material bei allen wichtigeren Brückenconstructionstheilen gänzlich zu vermeiden.

Im Uebrigen zeigen die erwähnten Brücken durchweg zweckmäfsige Detailverbindungen und eine sehr solide und sachkundige Ausführung. Die Gurte haben, wie fast alle neueren Brücken der Schweiz, einen T-Querschnitt, die Quer- und Horizontal-Verbände sind sämtlich steif construirt, die Lager, soweit sie beweglich, meist Rollenlager, die Auflagerplatten meist aus Schmiedeeisen hergestellt.

Reufsbrücke bei Luzern.

Von den übrigen hierher gehörigen Fachwerksbrücken der Nordostbahn mit massiven Pfeilern soll hier nur noch kurz die Reufsbrücke bei Luzern im Zuge der Eisenbahn Luzern-Zug erwähnt werden, und zwar nicht, weil dieselbe durch ihre Abmessungen oder constructiven Vorzüge bemerkenswerth wäre, was nicht behauptet werden kann, sondern lediglich wegen der eigenartigen Construction der Trägerauflager. Die Bahn überschreitet die Reufs unweit Luzern in einer Curve von 300 m mittels einer Brücke, deren fünf Oeffnungen von je 23,5 m Weite mit Halbparabelträgern überspannt sind. Da die Pfeiler, wie aus der Zeichnung auf Blatt 9 ersichtlich, kreisrund sind und nur 3,6 m oberen Durchmesser besitzen, können die in 4,8 m Entfernung von einander angeordneten Träger auf denselben nicht unmittelbar aufliegen. Es sind daher zwei Blechträger auf jedem Pfeiler angeordnet, welche letzteren consolartig überragend, den Trägern als Auflager dienen. Vermuthlich ist diese Anordnung nur gewählt, um die schiefen Oeffnungen zu vermeiden, vielleicht auch, um an Pfeilermauerwerk zu sparen. Da die Brücke auf pneumatischem Wege fundirt ist, die Gründung also vermuthlich schwierig war, so ist die vorliegende Construction wohl auch behufs möglichster Verringerung der Pfeilergrundfläche gewählt worden. Dafs indessen durch dieselbe das Fluthprofil mehr als nöthig eingeengt und die Auflagerung der Träger eine unvollkommene wird, bedarf keines besonderen Nachweises.

Die beiden auf einem Pfeiler liegenden Blechträger sind unter den Auflagern der Hauptträger und in der Mitte mit einander fest verbunden und ruhen auf gufseisernen,



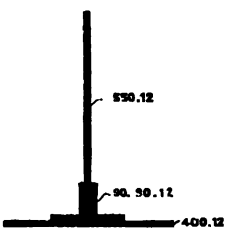
für beide Träger aus einem Stück bestehenden Platten, welche mit je vier Schrauben auf dem Mauerwerk befestigt sind. Da die Blechträger bei der Belastung nebenstehend angedeutete Formänderung anzunehmen bestrebt sind, so ist zur Verminderung der letzteren die mittlere Verbindung durch Schrauben fest mit dem Mauerwerk verankert. Die eine Folge der Curve bildende Längendifferenz zwischen dem inneren und dem äufseren Hauptträger beträgt etwa 50 cm. Beide Träger sind indessen mit Rücksicht auf die Auflagerconstruction gleich gestaltet und bestehen aus 10 Feldern zu 2,20 m. Der Längenunterschied ist durch entsprechende Kürzung der aufserdem angeordneten kleinen Endfelder, deren Länge am äufseren Träger 70 cm beträgt, hergestellt. Die wichtigsten sonstigen Einzeltheile gehen aus der Zeichnung hervor.

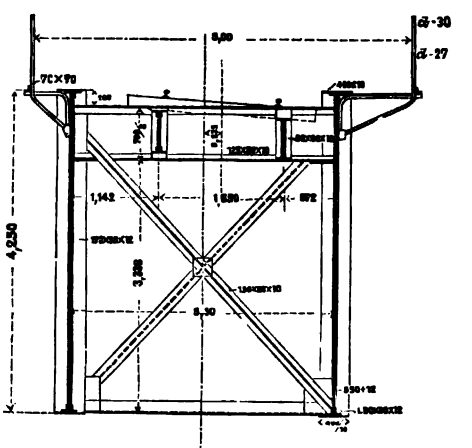
Viaduct von St. Ursanne.

Ein anderes Bauwerk, welches durch seine sehr bedeutenden Abmessungen, sowie durch vortreffliche Ausführung und sehr vortheilhafte Erscheinung sich auszeichnet, ist der im Zuge der Jurabahn befindliche Viaduct bei St. Ursanne. Derselbe ist von dem früheren Oberingenieur der Gotthardbahn Herrn Bridel seiner Zeit entworfen und unter dessen bewährter Leitung ausgeführt worden.

Der Viaduct überschreitet das Thal in einer Höhe von rund 48 m über dessen Sohle, besitzt sechs Oeffnungen von 40 m Weite von Pfeiler- zu Pfeilerachse und liegt in einer Curve von 400 m Halbmesser. Die radial gestellten, für das Bedürfnifs einer eingeleisigen Bahn berechneten Pfeiler von Höhen bis zu 44 m zeichnen sich, wie aus der Zeichnung auf Blatt 9 ersichtlich, durch sehr schlanke Verhältnisse aus, besitzen eine obere Stärke von 2,7 m und eine untere von nur 5 m, bei einer oberen bezw. einer unteren Breite von 5,5 bezw. 9,7 m. Die Widerlager sind als hohle Kastenpfeiler ausgebildet und von Böschungskegeln umgeben.

Der von der Firma Decker in Cannstadt ausgeführte eiserne Ueberbau besteht aus Parallelträgern mit Zug- und Druckstreben. Der Gurtungsquerschnitt hat wiederum die einfache T-Form von nebenstehenden Abmessungen, zu welchen in den Mittelfeldern die erforderliche Zahl von Lamellen hinzukommen. Die Anwendung so hoher Stehbleche und breiter horizontaler Lamellen, welche erstere den Anschlufs der Diagonalen und Verticalen ohne Anwendung von Knotenblechen ermöglichen, findet sich fast ausnahmslos bei allen neueren Brücken der Schweiz, da hier namentlich seitens der Fabriken, welche auch meist die Verfasser der Entwürfe sind, gerade auf den Fortfall der sonst erforderlichen Anschlufsbleche und die hierdurch erzielten Arbeitserleichterungen grofser Werth gelegt wird. Im Allgemeinen empfiehlt sich diese Anordnung allerdings wegen der hieraus entstehenden Einfachheit der Verbindungen, sowie des günstigen ökonomischen Effectes, welcher namentlich eintritt, wenn die Höhe des Stehblechs, wie dies bei einigen später zu erwähnenden neueren grofsen Brücken geschehen ist, entsprechend sich ändernd angeordnet wird. Aufserdem ist auch nicht zu leugnen, dafs die äufsere Erscheinung einer derartig construirten Brücke gefälliger ist, als diejenige, welche Träger mit Knotenblechen häufig zeigen, welche die Horizontalen unschön durchbrechen.





Zu dem nebenstehend skizzirten Querschnitt der Eisenconstruction ist noch zu bemerken, dafs die Schwellenträger der Geleiscurve polygonal folgen. In derselben Weise ändert sich die Ausladung der die Fufswege

tragenden Consolen, während die Entfernung zwischen den Geländern unverändert gleich 5 m ist. Die Ueberhöhung des äufseren Schienenstranges ist dadurch bewirkt, dafs der äufsere Schwellenträger eine entsprechend gröfsere Höhe erhalten hat, als der innere.

Das Bauwerk, welches zu den imposantesten der Schweiz zählt, ist im Jahre 1875 hergestellt. Angaben über Kosten, Gewichte usw. waren leider nicht zu erhalten.

Brücken mit Warrenträgern.

Die Jurabahn besitzt auf der Strecke Bern-Luzern einige gröfsere Brücken mit Warrenträgern, welche deshalb bemerkenswerth sind, weil Warrenträger mit ähnlich grofsen Spannweiten bei uns bisher noch keine Anwendung gefunden haben.

Die erwähnten Bauwerke sind die im Jahre 1875 erbauten Brücken über die Emme bei Wohlhausen und bei Werthenstein, wobei noch bemerkt werden mag, dafs ähnliche Brücken sich bei Aarberg (über die Aare), und auf der Simplonbahn „(pont sur la Viège)“ befinden.

Dieselben haben folgende Abmessungen:

1)	Brücke bei	Wohlhausen	1	Oeffnung zu	47,8 m
2)	„ „	Werthenstein	1	„ „	40,9 m
3)	„ „	Aarberg	3	„ „	40,0 m
4)	pont sur la	Viège	1	„ „	45,0 m.

Die drei erst erwähnten Brücken sind sämtlich gleichartig construirt und zeigen daher dieselben Vortheile und dieselben Mängel. Die Brücke bei Wohlhausen, welche schief ist und in einer Curve von 300 m liegt, findet sich bereits in Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers 1878—79 part IV von Gaudard publicirt.

Brücke bei Werthenstein.

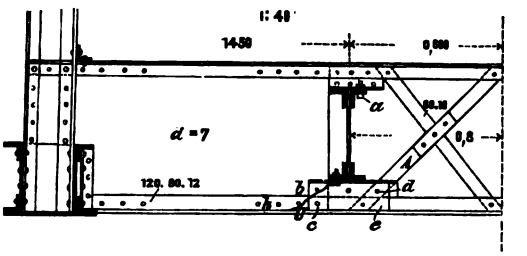
Die Brücke bei Werthenstein ist auf Blatt 9 in den wichtigsten Theilen dargestellt.

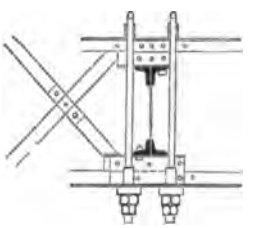
Die beiden Hauptträger, in 4,75 m Entfernung angeordnet, sind 6 m hoch, die Feldbreite beträgt 5,044 m. Die Gurtungen haben TT-förmige, die Streben I-förmige Querschnitte. An der oberen wie an der unteren Gurtung ist ein Horizontalverband angebracht.

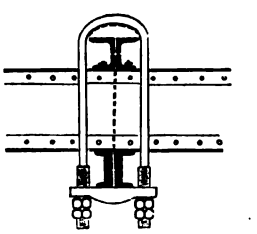
Die Querträger bestanden bis vor Kurzem an den Enden aus vollwandigen Blechträgern, im mittleren Theil dagegen aus Gitterwerk. Die Schwellenlängsträger waren als continuirliche Träger zwischen den Querträgergurtungen durchgesteckt. Die Befestigung der Querträger an die Warrenträger ist bei untenliegender Fahrbahn deshalb schwierig, weil Verticalen nicht vorhanden sind, und ferner die Höhe der Gurtungsstehbleche für den Anschlufs oft nicht genügt. Diese Schwierigkeit ist denn auch bei den erwähnten drei Brücken, wie aus der Darstellung von Einzeltheilen auf Blatt 9 hervorgeht, nicht sehr zweckmäfsig gelöst. Namentlich hat sich die continuirliche Anordnung der Schwellenträger in der ursprünglichen, auf Blatt 9 dargestellten Weise als mangelhaft herausgestellt und ist in neuester Zeit auch geändert worden.

Es ist nicht der Zweck dieser Zeilen, absichtlich Mängel der Construction hervor zu suchen, allein die hier gemachten Erfahrungen sind so lehrreich, dafs das allgemeinere technische Interesse eine Besprechung wohl rechtfertigt, zumal Gaudard in der erwähnten Publication der Brücke bei Wohlhausen Mängel der Querconstruction nicht erwähnt.

Die ursprüngliche Verbindung der durchgehenden Schwellenträger mit den Querträgern war folgende. An der oberen Gurtung der Querträger waren zwei kurze Winkeleisen 55/100 mm stark mit zwischenliegendem Verticalblech mittels drei Nieten befestigt. Zur Verbindung dieser zwei Winkeleisen mit der oberen Gurtung der Längsträger dienten lediglich einige Schrauben *a* (siehe Skizze) von 21 mm Durchmesser. Unten ruhte der Längsträger auf 2 Winkeleisen von 80/80 mm. Diese waren nebst zwei Flacheisen mit den unteren Gurtungswinkeln der Querträger, dem Stehblech und einem Gitterstabe des mittleren Theils des Querträgers vernietet. Diese Befestigungsweise war nicht ausreichend, um die etwa 15,7 t betragenden Verticalkräfte sicher aufzunehmen. Infolge dessen erlitten einige Querträger Beschädigungen, weche darin bestanden, dafs das Stehblech längs einer durch die nächsten Nietlöcher gehenden Linie rifs, sowie, dafs sich kleine Risse in den aufrechten Schenkeln der Gurtungswinkel bis an den Rand der Winkeleisen-Schenkel reichend, zeigten. Offenbar war dies die Folge der starken Beanspruchungen, welche das Verticalblech einerseits, die zur Befestigung dienenden Nieten und Schrauben andererseits auszuhalten hatten. Es wurde nun eine Reconstruction erforderlich. Zunächst half man sich dadurch, dafs jede Verbindungsstelle der Längs- und Querträger mit zwei kräftigen Bügeln versehen wurde. Letztere bestanden aus bestem Holzkohleneisen und entsprachen insofern vollkommen dem Zweck, als durch das Anspannen der Muttern beide Gurtungen fest mit einander verbunden wurden, sodafs ein Zusammenarbeiten derselben stattfinden mufste. Diese Bügel blieben längere Zeit in Thätigkeit, ohne dafs weitere Beschädigungen der Querträger oder ein Losewerden der Muttern sich bemerkbar gemacht hätte. Im vergangenen Jahre hat man indessen das Gitterwerk in dem Querträger ganz beseitigt, durch volles 8 mm starkes Blech ersetzt und die Anschlufsstellen der Längsträger, sowie diejenigen der Querträger an die Hauptträger entsprechend verstärkt, wie dies in der Zeichnung punktirt angedeutet ist.







Brücke bei Wohlhausen.

Ebensowenig wie bei der Werthensteinbrücke hat sich die Querconstruction bei der Wohlhauser Brücke bewährt. Die Längsträger waren hier an die horizontalen Flanschen von T Eisen geschraubt, deren aufrechtstehende Schenkel zwischen die Querträgergurtungen eingenietet waren. Das schwache Stehblech der letzteren konnte auch hier die Verticalkraft nicht aufnehmen. Unglücklicherweise rissen auch eines Tages infolge des Sturzes von Langholz auf zwei Querträger die oberen Schraubenbolzen, sodafs nun die untere Gurtung allein die Verticalkraft zu übertragen hatte. Es entstand daher in dem Stehblech ein Rifs durch die Nietlöcher und infolge dessen eine Senkung der beiden Gurtungen um 9 bis 10 mm. Die Reconstruction hat hier zunächst ebenfalls unter Verwendung provisorischer Bügel später durch Ersatz der gitterförmigen Querträger durch volle und kräftig versteifte Blechträger und durch Verbesserung des Anschlusses an die Hauptträger stattgefunden. Die Schwellenträger wurden zu diesem Zweck unter Zuhülfenahme eines eisernen Gerüstes durch I Träger provisorisch unterstützt, um den Betrieb nicht zu unterbrechen, hierauf die Querträger abgeändert, und alsdann die Schwellenträger neu angeschlossen. Im Uebrigen haben sich die Brücken, namentlich die Trägerconstruction in ihren Einzeltheilen vollständig bewährt und sind in ähnlicher Weise noch vielfach namentlich für Strafsenbrücken angewendet worden.

Die Gewichte betragen:

1. Brücke bei Wohlhausen bei 47,8 m = 84,6 t oder auf 1 m 1800 kg,
2. Werthenstein bei 40,9 m = 56,28 t oder auf 1 m 1400 kg,

sind also verhältnifsmäfsig gering.

Viègebrücke.

Bei der Viègebrücke ist von der bisher beschriebenen Bauart abgewichen, namentlich sind hier auch die Querconstructionen zweckmäfsiger gestaltet. Zum besseren Vergleich sind auf Blatt 9 Ansicht, Grundrifs sowie die wichtigsten Querschnitte dargestellt.

Die Querträger sind hier nicht nur in den Knotenpunkten, sondern auch zwischen denselben angeordnet. Der Anschlufs der ersteren an die Hauptträger wird dadurch erleichtert, dafs hier nicht der TT-, sondern der einfache T-Querschnitt der Gurtungen gewählt ist, dessen 600 mm hohes Stehblech den Anschlufs erleichtert. Die zwischen den Knotenpunkten liegenden Querträger sind an besonders hierfür angeordnete Verticale angeschlossen.

Die Querträger sind 600 mm hohe vollwandige Blechträger, deren untere Gurtungswinkel unter die horizontalen Lamellen der Hauptträgergurtungen reichen und mit letzteren vernietet sind. Die Construction ist daher bei Weitem solider als die vorherbeschriebenen, wenn auch die Anordnung der Verticalen dem Warrensystem eigentlich fremd ist.

Eine ähnliche Construction zeigt der Ueberbau der bereits bei den Gründungen besprochenen Brücke bei Mönchenstein.

Von den übrigen Fachwerksbrücken der Iurabahn ist noch die sog. Traubenlochbrücke, welche die so benannte im Zuge der Bahn Bern-Delémont liegende Schlucht, mit einer Oeffnung von 42 m Lichtweite überspannt, zu erwähnen. Diese sehr malerisch gelegene Brücke besitzt Gitterträger mit zweitheiligem Netzwerk und oben liegender Fahrbahn, macht einen sehr leichten und gefälligen Eindruck und ist auch in den Einzeltheilen sehr zweckmäfsig angeordnet. Ausgeführt wurde dieselbe von der Firma Ott & Co. in Bern.

Brücken der Westbahn.

Die westschweizerische und Simplonbahn besitzt auf ihren Linien eine ganze Zahl von gröfseren Fachwerksbrücken, zum Theil von imposanter Erscheinung, zu welcher deren malerische Lage nicht unwesentlich beiträgt. Da jedoch die bez. Bahnlinien schon Ende der funfziger Jahre erbaut wurden, so sind die Constructionen ihrer Bauobjecte mit wenigen Ausnahmen für uns veraltet und nicht besonders bemerkenswerth. Die wichtigsten hier zu erwähnenden gehen aus nachstehender, dem Werke von J. Meyer, Les chemins de fer de la Suisse occidentale, Lausanne 1878, entnommenen Tabelle hervor.

Brücken der Gotthardbahn.

Die eisernen Brücken der Gotthardbahn sind mit Ausnahme derjenigen über den Rohrbach und einer Bogenbrücke bei Lugano, von denen später noch die Rede sein wird, sämtlich — soweit gröfsere Brücken in Frage kommen — Fachwerkbrücken mit Parallelträgern. Es ist dies insofern überraschend, als man annehmen sollte, dafs bei der Gotthardbahn mehr vielleicht als bei irgend einer anderen modernen Bahn Gelegenheit gewesen wäre, zahlreiche bedeutende Bogenbrücken auszuführen, um so mehr, als hier sehr häufig mit nur einer Oeffnung Schluchten zu überspannen waren, deren Wände aus natürlichem festen Fels bestehend, anscheinend ohne grofse Bedenken als Widerlager für Bogenconstructionen benutzbar gewesen wären. Ebenso ist man erstaunt, trotz des vorzüglichen Steinmaterials, welches beim Bau zu Gebote stand, eine verhältnifsmäfsig geringe Anwendung von gewölbten Bauwerken zu finden. Der Kostenpunkt wird hier zwar sehr in Betracht gekommen sein, schwerlich aber den Ausschlag gegeben haben. Wahrscheinlicher dürfte sein, dafs es behufs rechtzeitiger Fertigstellung der Bahn galt, in möglichst kurzer Zeit über die Construction der sehr zahlreichen Bauwerke schlüssig zu werden, sodafs für umständliche vergleichende Untersuchungen wohl kaum genügende Mufse blieb. Aufserdem mag auch bei eingehenden Untersuchungen die Schaffung genügend fester Widerlager für Bogenbrücken sich als schwieriger herausgestellt haben, als man bei flüchtigerer Betrachtung anzunehmen geneigt ist.

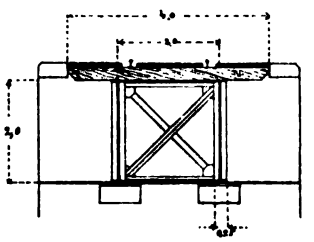
Dieselbe Rücksicht auf schleunigste Fertigstellung der Objecte und möglichste Vereinfachung der Construction führte wohl auch zu der in die Augen springenden Uniformität der bezüglichen Brückenconstructionen, für welche nur eine geringe Zahl von Typen festgesetzt wurde, deren Einzelausbildung gleichmäfsig durchgeführt ist.

Benennung des Bauwerks	Länge m	Maximalhöhe	Zahl der Oeffnungen	Weite der Oeffnungen	Gefälle der Brückenbahn	Für 2 Geleise	Pfeiler für 2 Geleise, Fahrbahn für 1 Geleis	Pfeiler und Fahrbahn für 1 Geleis	Mauerwerk der Pfeiler u. Widerlager cbm	Kosten des Mauerwerks und der Fundirung in Francs	System der Träger
Paudèse-Viaduct bei Lutry	165,90	30,00	4	2 à 34,95 m 2 à 45,30 m	0,01	1	—	—	4466,00	107 797	Volle Balkenträger
Rhonebrücke bei St. Maurice	93,00	11,50	3	2 à 6,00 m 1 à 60,00 m	0	—	—	1	1095,00	85 000	Gitterträger
Thièlebrücke bei Yverdon .	76,30	1,80	3	24,75 m	0	1	—	—	4063,00 Pfähle 580 cbm Holz	126 000	Volle Balkenträger
Chatelard-Viaduct bei Lutry	136,30	28,20	3	2 à 36,00 m 1 à 45,00 m	0,018	—	1	—	1880,00	145 000	Gitterträg.
Mionnaz-Viaduct bei Oron	125,50	30,40	3	2 à 32,00 m 1 à 40,00 m	0,010	—	1	—	4505,00	108 500	„
Macconens-Viaduct bei Villars-St. Pièrre . . .	75,00	22,00	5	4 gewölbte Bögen à 9 m 1 Oeffnung m. eis. Ueberb. à 25,00 m	0	—	1	—	2958,00	117 457	„
Sarine-Viaduct bei Freiburg	382,64	78,72	7	2 à 44,90 m 5 à 48,80 m	0	1	—	—	20000,00	500 000	„
Guin-Viaduct	120,00	31,50	4	2 à 23,70 m 2 à 28,60 m	0	—	1	—	5400,00	164 000	„
Singine-Viad. b. Thörishaus	83,50	16,85	2	34,38 m	0,010	—	1	—	4500,00	233 089	„
Broyebrücke bei Chatillons	41,24	3,50	1	30 m	0	—	—	1	290,00	7 900	Parabelträger
„ „ Bressonaz	43,50	8,28	1	25,50 m	0,018	—	—	1	1060,00	26 100	Gitterträg.
„ „ Moudon .	46,00	3,50	1	35,40 m	0,018	—	—	1	220,00	6 150	„
„ „ Lucens .	44,00	5,00	1	44,00 m	0	—	—	1	340,00	15 450	Parabelträger
„ „ Payerne .	42,00	2,50	1	28,95 m	0	—	—	1	706,00	31 252	„
Menthuebrücke bei Yvonaud	30,00	3,80	1	20,10 m	0	—	—	1	368,00	16 472	Gitterträg.
Orbe-Viaduct bei Vallorbes	160,90	59,00	3 u. 2 Bögen	2 Bög. à 7,60 m 1 Oeffn. à 25 m 1 „ à 38 m 1 „ à 56 m	0	1	—	—	8851,00	255 880	„

Eiserner Verband							Gesamtkosten des Bauwerks	Kosten pro □m Oberfläche	Zeit		Bemerkungen
Gesamt-Länge	Höhe der Träger	Gesamt-Gewicht Schmiedeeisen kg	Gewicht pro lfd. m kg	Gesamt-Kosten	Kosten pro lfd. m	Totalgewicht incl. Gufseisen etc. kg			des Arbeitsbeginns	der Vollendung	
171,80	3,50	570 330	3113 2 Gel.	449 890 2 Gel.	2618 2 Gel.	580 434	557 687	146,80 2 Gel.	April 1858	Nov. 1859	
65,00	6,50	192 000	2704 1 Gel.	120 000 1 Geleis	1840 1 Geleis	193 600	221 824	222,71	Febr. 1871	Dezbr. 1871	Pneumat. Fundirg. 107 Fr. pro cbm.
80,25	2,20	256 394	3195 2 Gel.	203 767 2 Gel.	2670 2 Gel.	271 480	408 460	—	April 1858	Juli 1859	Fundirg. auf Pfahlrost.
127,50	4,092	204 000	1600 1 Gel.	148 000 1 Geleis	1160 1 Geleis	150 000	341 000	128,60 2 Gel.	1859	1861	
112,00	3,643	161 000 1 Geleis	1437 1 Gel.	119 250 1 Geleis	1000 1 Geleis	—	340 000	147,50 2 Gel.	1861	1862	
27,86	2,88	38 000 1 Geleis	1520 1 Gel.	26 000 1 Geleis	1040 1 Geleis	—	169 457	141,21	10. Juni 1861	30. Nov. 1861	
333,84	3,96	Eisen 1200000 Holz 250000 1450000	3600 Eisen 4343 i. Ganzen	757 500	2111,60	3 150 000	2425120	50,—	Octbr. 1857	Aug. 1862	7 eiserne Pfeiler 43,23 m hoch zus. 1 950 000 kg Gew. pro m rd. 6404 kg.
115,20	2,88	140 000 für 1 Geleis 280 000 f. 2 Geleise	1180 1 Gel.	96 000 1 Geleis	830 1 Geleis 1658 2 Gel.	105 000	260 000 f. 1 Gel. 356 000 i. Ganzen	117,—	Sept. 1856	Octbr. 1859	
78,75	4,088	120 000 für 1 Geleis 240 000 f. 2 Geleise	1525 1 Gel.	82 000 1 Geleis	1037 1 Geleis 2074 2 Gel.	127 000	397 090	310,—	1858	1860	
30,00	6,50 in der Mitte	38 600	1287 1 Gel.	19 400 1 Geleis	647 1 Geleis	40 200	27 300	158,75	April 1875	April 1876	
25,50	3,00	27 000	1059	13 900	545	28 000	40 000	93,—	Octbr. 1874	Octbr. 1875	
35,40	5,70 in der Mitte	49 400	1506	25 100	737	50 500	31 250	192,20	Aug. 1874	Sept. 1875	
35,20	6,50 in der Mitte	51 000	1449	25 550	726	52 000	41 000	241,—	Octbr. 1874	Mai 1875	
33,00	6,00 in der Mitte	19 700	1212	21 634	685,03	20 200	52 884	582,22	Mai 1875	Mai 1876	
22,00	3,00	25 202	1146	13 671	622,03	25 500	30 164	468,80	Octbr. 1875	April 1876	
19,00	5,00	336 600	2829 2 Gel.	184 120	1548	346 400	440 000	81,50	Octbr. 1867	Sept. 1869	

In den allgemeinen Vorschriften heifst es: „dafs unter den im Allgemeinen passenden Systemen demjenigen der Vorzug einzuräumen ist, welches an und für sich einfach, auch einfache, solide und wohl durchgebildete Verbindungen zuläfst und aus den gangbarsten Eisensorten hergestellt werden kann.“ Diesem Grundsatz ist bei der Construction vollauf Genüge geleistet.

Die Eisenconstructionen machen durchweg einen sehr soliden Eindruck und sind auch im Einzelnen vortrefflich durchgearbeitet, wobei ein geringer Mehraufwand an Material nicht unterlassen wurde, wenn sich hierdurch einfachere Verbindungen erzielen liefsen. Namentlich sind durchgängig alle Verkröpfungen der Eisentheile sorgfältig vermieden, was zu einer umfangreichen Anwendung von Futterstücken geführt hat. Ebenso mufs es als durchaus zweckmäfsig bezeichnet werden, dafs alle Querverbindungen, Verticalverbände und Windstreben aus Profileisen, also steif construirt sind. Diese Anordnung verdient vor der noch häufig üblichen Anwendung von Flacheisen bekanntlich den Vorzug, da bei letzterer ein genügendes Anspannen und Ausrichten der Diagonalen, mithin die beabsichtigte genaue geometrische Form kaum zu erreichen und das Losewerden leichter zu befürchten ist, als bei ausschliefslicher Anwendung von Profileisen für die betreffenden Constructionstheile.



Die Fachwerksbrücken der Gotthardbahn zeigen im Wesentlichen hinsichtlich der constructiven Behandlung Gleichheit mit denen der österreichischen Nordwestbahn. Beide sind unter der Leitung des Ingenieur Gerlich (jetzt Professor am Polytechnikum in Zürich) entstanden. Wohl mit Rücksicht auf leicht ausführbare Detailverbindungen sind ausschliefslich Träger mit geradlinigen und parallelen Gurtungen gewählt.

Grundsätzlich ausgeschlossen von den hiernach in Frage kommenden Systemen wurden die in Deutschland so zahlreichen Fachwerkträger mit Zugbändern und Verticalen, weil dieses System im Allgemeinen etwas mehr Eisen erfordert, als das Netzwerk, und weil bei demselben die Träger leichter in horizontalem Sinne deformirt werden, als bei Anwendung von Druck- und Zugstreben.

Bis zur Spannweite von etwa 12 m sind Blechträger, von 12 m an dagegen Fachwerkträger der nachstehenden Systeme verwendet.

I. Bei obenliegender Fahrbahn.

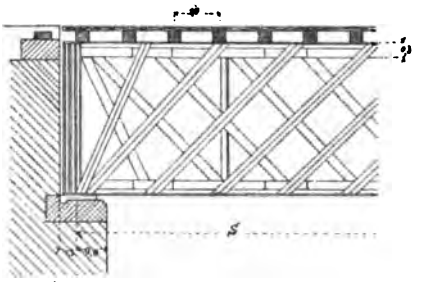
1. Für Weiten von 12—30 m ist das vierfache Netzwerk ohne Verticalen nach untenstehender Skizze angewendet.

Hierbei liegen die die Fahrbahn tragenden Schwellen unmittelbar auf den in Entfernungen von 2 m angeordneten Hauptträgern.

Letztere haben eine Höhe gleich $^1/_{10}$ der Spannweite, und T-förmige Gurtungen von 20—30 cm Breite und Höhe. Die Fortlassung der Verticalen, wodurch das Eisengewicht erheblich geringer wird, ist hier, wie überall, wo dieselben nicht zur Anbringung der Querträger oder zur Versteifung des Systems durchaus erforderlich waren, durchgeführt.

Windverbände sind an der oberen und unteren Gurtung angeordnet. Die Windstreben, wie alle Querverbindungen, sind ebenso wie alle Diagonalen in den Mittelfeldern steif construirt.

2. Von 30—45 m sind meist Fachwerkträger mit Zug- und Druckstreben sowie mit Verticalen verwendet. Letztere sind hierbei insofern zweckmäfsig, als sie einen bequemen Anschlufs der Querträger und Andreaskreuze gestatten, während bei Brücken gröfserer Spannweiten, bei welchen die Stehbleche der Gurtungen ausreichende Höhe besitzen, der Anschlufs der Querträger an letztere ohne Vermittlung von Verticalen leicht ausführbar ist, letztere somit entbehrlich werden. In Entfernungen von 2,8 bis 3,5 m sind zwei Hauptträger angeordnet, deren Gurtungen ebenfalls den einfachen T-Querschnitt und zwar von 30 bis 45 cm Breite zeigen.



Als Beispiel für die hierher gehörigen Brücken ist auf Blatt 10 u. 11 die untere Mayenreufsbrücke in den wichtigsten Theilen dargestellt. Die Entfernung der Hauptträger beträgt 3,5 m. Die Ränder der 450 mm hohen Stehbleche der Gurtungen sind hier wie bei allen gröfseren Brücken der Gotthardbahn in zweckmäfsiger Weise durch zwei horizontal laufende Winkeleisen ausgesteift. Die Druckstreben und Pfosten bestehen aus je zwei Paar Winkeleisen, die Zugbänder aus doppelten Flacheisen. In den beiden mittelsten Feldern, wo Zug und Druck in den Diagonalen wechselt, sind letztere sämtlich aus zwei Winkeleisen und einem zwischengenieteten Flacheisen zusammengesetzt. Die Brücke liegt in einer Steigung von 25,5 $^0/_{00}$ und gleichzeitig in einer Krümmung von 400 m Halbmesser. Die Brückenachse halbirt hier, wie bei allen Brücken, welche in Curven liegen, den Pfeil des Bogens.

Die Richtung der in 1,8 m Entfernung von einander angeordneten Schwellenträger folgt polygonartig dem Lauf der Curve. Die Schwellenträger haben bei 4 m Länge 400 mm Höhe und sind im Uebrigen als vollwandige Blechträger mit einer horizontalen Deckplatte ausgebildet. Letztere ist unten 220 mm, oben 260 mm breit und so aufgelegt, dafs dieselbe nach aufsen übersteht, um die Bolzen, welche zur Befestigung der Schwellen dienen, aufnehmen zu können, ohne die Gurtungswinkeleisen zu schwächen.

Die Ueberhöhung der äufseren Schienen wird in einfachster Weise durch Aufsattelung eines entsprechend geformten Holzstücks auf die Schwellen bewirkt.

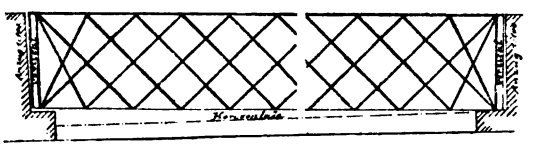
Im Uebrigen ist die Construction aus den Zeichnungen klar ersichtlich und bedarf keiner weiteren Erläuterung.

3. Bei Spannweiten von über 45 m*) ist ausschliefslich das vierfache Fachwerk mit Zug- und Druckstreben ohne Verticalen verwendet. Die Entfernung der Hauptträger beträgt 3,5 bis 5 m. Die Gurtungen haben auch hier die einfache T-Form

*) Die gröfste vorkommende Spannweite der Gotthardbahnbrücken besitzt die Inschireufsbrücke mit 78 m.

bei einer Breite der horizontalen Lamellen bis zu 600 mm und einer Höhe der Stehbleche bis zu 700 mm.

Es kann nicht unterlassen werden, hier nochmals darauf hinzuweisen, dafs während man unter den älteren Brücken Gurtungsquerschnitte in verschiedenen von dem T-Profil abweichenden Formen, wenn auch nicht so häufig wie bei uns antrifft, die neueren Schweizer Brücken fast ausschliefslich, selbst bei sehr bedeutenden Spannweiten, den einfachen T-Querschnitt zeigen. Beispiele für die bei Spannweiten über 45 m durchweg angewendete Construction geben der auf Blatt 11 dargestellte Ueberbau des Kerstelenbachviadukts, die Reufsbrücke bei Inschi u. a. Das letztere imposante Bauwerk



überschreitet mit nur einer Oeffnung von 78 m Stützweite das tief eingeschnittene Reufsbett, und ist deswegen noch bemerkenswerth, weil es die gröfste Spannweite unter den Gotthardbahnbrücken besitzt, und gleichzeitig in der bedeutenden Steigung von $26\,^0/_{00}$, sowie in den letzten Feldern in einer Uebergangscurve liegt.

Mit Rücksicht auf die Steigung ist hier, wie bei allen ähnlichen Brücken, der abwärts liegende Endständer normal zur Richtung der Gurtungen, der aufwärts liegende dagegen lothrecht angeordnet. Die Trägerhöhe beträgt 7,588 m, also ungefähr $= {}^1/_{10}$ der Spannweite, die Entfernung der Knotenpunkte ist 3,85 m, sodafs die Streben ungefähr unter 45^0 geneigt stehen. Die Hauptträger sind mit Rücksicht auf die in den Endfeldern vorhandene Geleiscurve in 5 m Entfernung angeordnet.

Das hohe Stehblech der gedrückten Gurtung wird durch zwei kräftige Winkeleisen wirksam versteift, welche gleichzeitig zur Befestigung der Anschlufsbleche für den oberen Horizontalverband benutzt werden. Diese Aussteifungswinkel reichen in jedem Felde bis zum Angriff der Streben und sind selbstverständlich nicht als nutzbarer Querschnitt in Rechnung gestellt. Der letztere beläuft sich auf rund 550 qcm, ist also für den einfachen T-Querschnitt schon recht erheblich.

Die Niettheilung beträgt 160 mm und schwankt auch bei den übrigen Brücken nur zwischen 150 und 160 mm, sodafs auch hierin eine gewisse strenge Gleichförmigkeit in der Durcharbeitung der Constructionen anerkannt werden mufs. Das hohe Stehblech gestattet, wie schon erwähnt, einen unmittelbaren und bequemen Anschlufs der Querträger, welche ihrerseits die Gurtungen wiederum sehr wirksam versteifen. Während bei uns im Allgemeinen meist hohe Querträger ohne Anwendung horizontaler Lamellen ausgeführt werden, sind bei den Gotthardbahnbrücken, abgesehen von der Rücksichtnahme auf bequemen Anschlufs an die Hauptträger principiell niedrigere Querträger mit Deckplatten über bezw. unter den Winkeleisen angewendet, weil denselben insofern eine gröfsere Festigkeit zugesprochen wird, als die horizontalen Schenkel der Gurtungswinkeleisen bei Anordnung von Deckplatten weniger leicht unter der Last der Längsträger gebogen werden können, was namentlich dann zutreffen wird, wenn die Schwellenträger auf den Querträgern befestigt werden.

Die Längsträger sind ebenfalls vollwandige Blechträger, wie solche schon bei der Mayenreufsbrücke beschrieben wurden.

Die Druckstreben des Netzwerks bestehen aus je vier Winkeleisen, zwischen denen die aus je zwei Flacheisen sich zusammensetzenden Zugstreben hindurchgehen.

Während bei den übrigen Brücken der Querverband in üblicher Weise durch verticale Andreaskreuze gebildet wird, deren Streben theils an den Stehblechen der Querträger unmittelbar, theils an besonderen Knotenblechen angreifen, ist bei der Inschireufsbrücke hiervon abgewichen, um gleichzeitig auch noch die sehr langen und daher stark auf Knickung beanspruchten Druckstreben auszusteifen. Der Querverband ist hier nämlich nicht lothrecht stehend angeordnet, sondern liegt in der durch die Richtung zweier gegenüberliegenden Druckstreben bestimmten, geneigten Ebene. Die Mitten je zweier solcher Streben sind durch je vier horizontal liegende Winkeleisen gefafst. In jedem der so entstehenden beiden Felder sind Diagonalen aus ⊥-Eisen angeordnet. Da hierdurch allein ein Ausbiegen der Druckstreben noch nicht wirksam verhindert werden würde, geht von der Mitte der Druckstreben aus, und zwar angreifend an die erwähnten vier horizontalen Winkeleisen, eine weitere Versteifung in der Ebene der Zugstreben nach der oberen Gurtung hin. Hierdurch wird die Wirkung der Druckstreben allerdings wesentlich verstärkt. Da hiernach übrigens sämtliche durch die Gurtungen nicht verdeckte Querverbindungen in der Ebene der Streben liegen, so sieht man keine verticalen Linien, wodurch die Klarheit des Systems sehr gewinnt. Zwischen den Endständern ist natürlich eine besonders kräftige verticale Querverbindung angebracht.

Die Auflager sind auf der einen Seite fest, auf der anderen beweglich. Für die beweglichen Auflager werden bei der Gotthardbahn, wie bei der Mehrzahl der gröfseren Schweizer Brücken, ausschliefslich Rollenlager verwendet. Die stählernen Rollen laufen zwischen sauber bearbeiteten Stahlplatten, von denen die obere mit der Trägergurtungslamelle verschraubt ist, während die untere in der gufseisernen Auflagerplatte befestigt ist. Pendellager sind in der Schweiz wegen der Unzuverlässigkeit bei gröfseren Bewegungen der Träger mit Recht nicht besonders beliebt. Wenn auch die Pendellager sich bei richtigen Abmessungen durchaus bewährt haben, so macht doch eben dieses Erfordernifs unter Umständen Schwierigkeiten. Namentlich läfst sich in der Regel ein Verrücken der Auflager infolge starken Erddruckes bei hohen Widerlagspfeilern nicht berücksichtigen. Tritt letzterer aber ein, und dieser Fall ist häufiger als vielleicht im Allgemeinen angenommen wird, so legen sich, wie dies bei mehreren unserer neueren Eisenbahnbrücken beobachtet ist, die Pendel um, wobei nicht selten die Verbindungen derselben zersprengt werden. Das Wiederaufrichten erfordert stets das Anheben des halben Trägergewichts, ist also sehr umständlich. Wird aber das Umliegen der Pendel nicht rechtzeitig bemerkt, so tritt leicht, sofern weitere Bewegungen der Träger oder der Widerlager hinzukommen, ein Zerreifsen der Auflager ein, was zu sehr umfangreichen Erneuerungsarbeiten Veranlassung geben kann. Aus diesen Gründen erscheint allerdings der in der Schweiz vorzugsweise eingeführte Gebrauch der Rollenlager empfehlenswerther als die bei uns häufige Anwendung der Pendellager.

Auch für Kipplager, selbst bei gröfseren Spannweiten, scheint in der Schweiz besondere Neigung nicht vorzuherrschen. Einige namhafte Ingenieure verwerfen sie wegen der durch die Kipplage eintretenden Schwankungen, welche namentlich bei der Geleislage in Curven sich bemerkbar machen sollen. Auch die gröfseren Brücken der Gotthardbahn zeigen im Allgemeinen Rollen ohne Kipplager. Damit indessen nicht die vorderen Rollen die ganze Last bekommen, sondern eine möglichst gleichmäfsige Lastvertheilung eintritt, sind bei den Gotthardbahnbrücken dünne Bleiplatten (bei der Evibachbrücke z. B. 10 mm stark) unter die Auflagerplatten gelegt. Bei der Belastung neigt sich dann infolge der Durchbiegung des Trägers das Auflager ein wenig. Nach Angabe des Constructeurs der Gotthardbahn, Herrn Ingenieur Brack, hat die Erfahrung gezeigt, dafs alsdann nahezu alle Rollen gleiche Last erhalten und dafs somit die qu. Construction auch für gröfsere Weiten empfohlen werden kann.

Neuerdings werden übrigens in der Schweiz auch Auflager ganz aus Stahl oder Schmiedeeisen unter grundsätzlichem Ausschlufs gufseiserner Bestandtheile ausgeführt.

II. Bei untenliegender Fahrbahn.

Brücken mit untenliegender Fahrbahn sind bei der Gotthardbahn in erheblich geringerer Anzahl vorhanden als mit obenliegender, da überall, wo die Constructionshöhe es irgend gestattete, die Fahrbahn über oder zwischen den oberen Gurtungen der Hauptträger angeordnet wurde. Indessen sind auch hier zwei Systeme in Anwendung gekommen.

1. Für Weiten bis 45 m dient das doppelte Netzwerk mit Zug- und Druckstreben und Verticalen. Die Entfernung der Hauptträger beträgt 4,5 m, die der Schwellenträger 1,8 m, die Trägerhöhe ist $= {}^1/_8$ bis ${}^1/_{10}$ der Spannweite, die Ausbildung der Construction entsprechend derjenigen des bei I. unter 2. beschriebenen Systems. Als Beispiel mögen der Querschnitt und einige auf Blatt 11 dargestellte Einzeltheile der Evibachbrücke dienen.

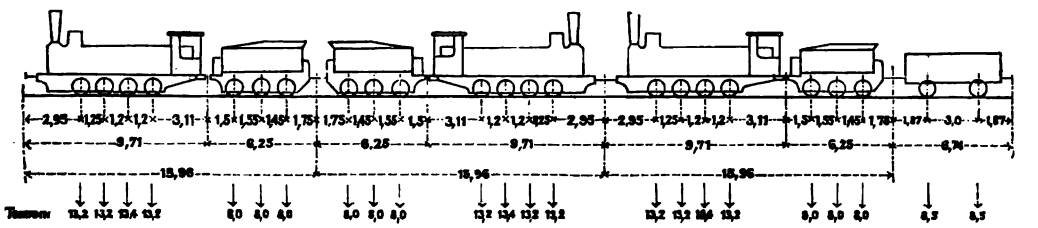
2. Bei Spannweiten über 45 m wird wie bei obenliegender Fahrbahn das vierfache Netzwerk ohne Verticalen angewendet. Die Trägerhöhe ist hierbei so hoch angenommen, dafs eine obere kräftige Querverbindung der oberen Gurtungen nebst Horizontalverband angebracht werden kann. Die Träger liegen in 4,5 m bis 5 m Entfernung. Als Gurtungsquerschnitt ist, wie bereits erwähnt, bei sämtlichen Brücken der Gotthardbahn der T-Querschnitt verwendet worden.

Die Einzelconstruction schliefst sich im Uebrigen ganz der bei I. unter 3. beschriebenen an und bedarf hiernach keiner weiteren Erläuterung.

Ueber die der Berechnung zu Grunde gelegten Lasten und zulässige Beanspruchungen geben graphische Darstellungen in Band IX der „Rapports trimestriels du conseil fédéral suisse“ über den Fortgang des Gotthardbahnunternehmens Aufschlufs. Hiernach ist als Eigengewicht für das lfd. m gerechnet:

Stützweite	Bei obenliegender Fahrbahn	Bei untenliegender Fahrbahn
m	kg	kg
12	1050	1460
14	1080	1500
16	1120	1540
18	1170	1570
20	1220	1610
30	1770	1970
40	2220	2330
50	2670	2790
60	3100	3240
70	3550	3690
80	4000	4140

Als Belastung ist ein Zug angenommen, welcher aus einer vierachsigen gekuppelten Güterzugmaschine nebst Tender besteht, auf welche zwei mit den Schornsteinen gegen einander gestellte ebensolche Locomotiven nebst den zugehörigen Tendern, sowie drei beladene Güterwagen von 3,0 m Achsstand und 17 t Gewicht folgen, sodafs sich nachstehendes Lastenschema ergiebt:



Das Gewicht einer vierachsigen Locomotive beträgt 53 t, dasjenige eines Tenders 24 t. Als gleichförmig vertheilte Last ist mit Rücksicht hierauf angenommen:

Stützweite	Zur Berechnung der Momente	Zur Berechnung der Verticalkräfte in der Mitte der Brücke	Zur Berechnung der Verticalkräfte an den Widerlagern
m	kg	kg	kg
12	7110	8220	12 330
14	6470	8000	11 200
16	6050	7790	10 250
18	5990	7470	9 510
20	5870	7200	9 120
25	5720	6700	8 290
30	5410	6310	7 890
40	5130	5890	7 200
50	4950	5420	6 680
60	4805	5190	6 210
70	4600	4970	5 830
80	4380	4770	5 490

Die zulässige Beanspruchung des Materials wurde für das qcm wie folgt angenommen:

Spannweite	Für die Gurtungen	Für die Diagonalen
m	kg	kg
10	675	675
20	700	700
30	730	720
40	770	750
50	800	780
60	825	800
70	850	830
80	880	850

Diagonalen, welche je nach der Belastung auf Zug oder Druck beansprucht werden, arbeiten nur mit 400 kg per qcm.

Quer- und Schwellenträger werden nur mit 600 kg beansprucht, während für die Niete $^3/_4$ derjenigen Beanspruchung, welche für die bez. Constructionstheile angenommen wurde, gerechnet ist.

Aus den besonderen Bestimmungen für die Ausführung ist kurz folgendes hervorzuheben:

Das zu verwendende Schmiedeeisen mufste folgende Beschaffenheit aufweisen:

Eisensorten.	Minimal-Zerreifsungsfestigkeit in kg pro qmm.	Minimalzusammenziehung des Zerreifsungsquerschnitts in % des ursprünglichen Querschnitts.
Stab- und Façoneisensorten . . .	38	40
Bleche { in der Walzrichtung . .	36	25
Bleche { quer zur Walzrichtung .	32	15

„Die Hauptträger aller Brückenconstructionen sind schon in der Werkstatt mit einer Ueberhöhung anzulegen. Für gröfsere Objecte von mehr als 30 m Weite wird das Maafs von Fall zu Fall bestimmt; bei Trägern für die kleinen Brücken hat sie $^1/_{1800}$ der Stützweite zu betragen.“ Die bleibende Einsenkung darf nicht gröfser als $^1/_{5000}$ der Stützweite sein.

Die Hauptabmessungen und Gewichte sämtlicher Brücken der Gotthardbahn finden sich in einem von Herrn Ingenieur Brack aufgestellten autographisch vervielfältigten Verzeichnifs, aus welchem nachstehende Tabelle, welche alle Fachwerkbrücken von 20 m Stützweite an umfafst, zusammengestellt ist.

Die Bezeichnung der einzelnen Constructionssysteme ist der Kürze halber entsprechend derjenigen bei den oben gegebenen Erläuterungen durch I_1, I_2, I_3 bezw. II_1, II_2 erfolgt.

Aus den nachstehenden Tabellen ist ersichtlich, dafs auf Erzielung der geringsten Eisengewichte bei der Construction nicht der Hauptwerth gelegt wurde.

Da es sich bei den Gotthardbahnbrücken meist um Ueberbrückung tiefer Schluchten oder Wildwässer handelt, welche die Anordnung von Mittelpfeilern in denselben bedenklich oder wenigstens kostspielig erscheinen lassen, besitzt, wie auch aus der Tabelle hervorgeht, die bei Weitem gröfsere Zahl der Brücken nur eine Oeffnung, während Mittelpfeiler nur bei einigen gröfseren Bauwerken, wie bei dem Kerstellenbach- und Zgraggenthalviaduct vorkommen. Die meist in steilen Wänden liegenden Widerlager sind, wo dies nach den örtlichen Verhältnissen irgend anging, behufs Verringerung der zu überspannenden Oeffnungen, möglichst weit vorgerückt und die hierdurch bis zum Anschlufs an das Terrain verbleibenden Oeffnungen durch Pfeilerstellungen und Gewölbe von im Mittel 8 m Spannweite überdeckt, wie dies die auf Blatt 10 u. 11 dargestellten Uebersichtszeichnungen ersichtlich machen. Die Gründung dieser Widerlagerpfeiler ist bei den häufig schwer zugänglichen steilen Felswänden und der Nothwendigkeit, die oberen theilweise zerklüfteten und daher weniger tragfähigen Felstheile zu durchbrechen, beschwerlich gewesen, bestimmte Regeln liefsen sich hier nicht gut geben, vielmehr ist für jeden einzelnen Fall das Passende gesucht und auch gefunden worden. Nur bei dem, ebenfalls auf Blatt 11 dargestellten Zgraggenthalviaduct fand ein Ausweichen

des Widerlagers statt. Vermuthlich hat hier der Untergrund, welcher aus einer Schutthalde bestand, nicht die genügende Tragfähigkeit gehabt. Die sofort vorgenommene Instandsetzung hat nach freundlicher Mittheilung des Herrn Sectionsingenieurs Perbs in der Weise stattgefunden, dafs durch Vorgehen auf bergmännischem Wege die ganze, durch den Bogen überspannte Oeffnung voll ausgemauert wurde, nachdem behufs Aufhebung des starken Schubes des Gewölbes auf den die Eisenconstruction tragenden Pfeiler der mittlere Theil des Gewölbes ausgebrochen worden war.

Auch bei der Tessinbrücke bei Stalvedro ist die Auflösung des Widerlagers in Pfeiler und Bogenstellung, obwohl projectirt, auf der Seite des anschliefsenden Tunnels nicht durchgeführt worden. Bei dem Beseitigen der Felsmassen zeigte sich nämlich ein Klaffen der oberen Felsmassen und der Eintritt einer Drehung derselben nach unten. Da hiernach früher oder später ein Felsabsturz zu befürchten stand, durch welchen aufser der Brücke auch das Portal des an letztere anschliefsenden Stalvedro-Tunnels erheblich gefährdet erschien, so wurde die auf Blatt 10 dargestellte Construction eines vollgemauerten Widerlagers gewählt, zwischen dessen oberen Stirnen zwei Verbindungsmauern angeordnet sind. Der Inhalt des Mauerwerks dieses Pfeilers hat infolge dessen die Gröfse von etwa 1000 cbm erhalten. Aus derselben Zeichnung ist auch die Anordnung der Minenkammern in dem fragl. Pfeiler ersichtlich.

Aus den Skizzen des Zgraggenthalviaductes geht noch hervor, wie bei der Anlage des Widerlagers auf die spätere Ausführung des zweiten Geleises Rücksicht genommen ist, während die beiden Mittelpfeiler nur für das Bedürfnifs einer eingeleisigen Bahn genügen. Im Allgemeinen sind sämtliche Bauwerke auch im Mauerwerk nur für ein Geleis ausgeführt, was vermuthlich behufs Einhaltung der zur Verwendung stehenden Mittel erforderlich war.

Die Ausführung der Brücken und namentlich des Mauerwerks mufs in jeder Beziehung als musterhaft bezeichnet werden, ein Lob, welches übrigens uneingeschränkt sämtlichen Bauausführungen dieser Bahn gezollt werden darf, und ebenso für die Befähigung und reichen Erfahrungen der bauleitenden Ingenieure als für die Leistungsfähigkeit der Unternehmer spricht.

Dafs unter letzteren aber ebenfalls schweizerische Ingenieure ersten Ranges sich befanden, hat jedenfalls zum Gelingen des die technische Welt mit Bewunderung erfüllenden grofsartigen Werkes nicht unerheblich beigetragen. Erleichtert wurde allerdings die Ausführung durch den Umstand, dafs sich fast überall vortreffliches Steinmaterial in nächster Nähe der Baustellen und in reichstem Maafse vorfand. Fein bearbeitete Mauerflächen, Quadermauerwerk, findet man selten, vielmehr meist rauhes sogenanntes häuptiges Bruchsteinmauerwerk, theils mit horizontalen Fugen, theils nach Art des Cyclopenmauerwerks, welches ungleich wohlfeiler ist, als reines Quadermauerwerk, vor dem bei uns häufigen mit Quadern verblendeten Bruchsteinmauerwerk aber den Vorzug gröfserer Gleichartigkeit und Haltbarkeit hat. Ausnahmslos ist hier der Grundsatz durchgeführt, zunächst gutes lagerhaftes, in sich fest verbundenes Mauerwerk ohne allzu hohe Kosten zu schaffen, und die feineren Mauerwerksbildungen auf das Möglichste zu beschränken, zumal durch feinere Bearbeitung des Steinmaterials, welches

Tabelle der Hauptabmessungen und Gewichte der Fachwerkbrücken der Gotthardbahn.

A. Bei obenliegender Fahrbahn.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Nr.	Benennung der Brücken	System	Steigerungsverhältnis ‰	Radius der Curve m	Lichtweite m	Stützweite m	Träger Länge	Träger Entfernung	Träger Höhe	Auflagerbreite, normal gemessen	Constructionshöhe m	Gewicht im Ganzen in tons	Gewicht pro lfd. m kg	
1	Aabachbrücke bei Goldau	I_1	10	2000	18,9	20,0	20,4	2,0	2,02	0,85	2,282	19,860	993	
2	Valle di Panticello	I_1	26	400	18,9	20,0	20,4	2,0	2,02	0,85	2,31	19,60	980	
3	Valle della Grotta	I_1	26	400	18,9	20,0	20,4	2,0	2,02	0,85	2,31	19,60	980	
4	Travi-Viaduct	I_1	25,95	302	18,9	20,05	20,55	2,0	2,02	0,85	2,35	61,50	1020	
					18,9	20,20	20,70	2,0	2,02	1,00 1,0	2,37			
					18,9	20,05	20,55	2,0	2,02	1,0 1,0	2,33			
5	Piano Tondo-Viaduct	I_1	23	301,75	2×24,0 2×24,3	2×25,89 2×25,89	26,392	2,2	2,605	0,85 1,25 1,25	2,99	127,19	1317	
6	Valleggio di Galli	I_1	26	400	23,8	25,0	25,44	2,2	2,50	0,9	2,83	28,27	1131	
7	Z'graggenthal-Viaduct	I_2	26	Uebg.-curve 300 m	28,45 28,10 28,45	3×30,0	30,40	2,9	3,00	0,95	3,02 3,05 3,04	164,58	1829	
8	Häggrigerbach-Brücke	I_2	26	∞	28,8	30,0	30,4	2,9	3,00	0,95	3,02 3,22	55,33	1844	
9	Tessinbrücke bei Dazio	I_2	26	∞	28,8	30,0	30,4	2,9	3,0	0,95	3,22 3,02	55,34	1845	
10	Genaresciobrücke	I_2	26	∞	28,8	30,0	30,4	2,9	3,0	0,95	3,22 3,02	54,96	1832	
11	Marobbiabrücke	I_2	0	300	28,8	30,0	30,4	3,3	3,0	0,95	3,09 3,27	57,49	1916	
12	Valle dei Calaschi	I_2	26	∞	28,8	30,0	30,4	2,9	3,0	0,95	3,02 3,22	53,60	1787	
13	Strahllochbrücke	I_2	25 22	300	31,8	33,0	33,4	2,9	3,004	0,95	3,42 3,62	70,65	2141	
14	Kellerbach-Viaduct	I_2	25	420	69,64	2×35	35,60 35,75	3,3	3,522	1,0 2,5 1,0	3,56 3,58 3,58	156,69	2238	

15	Inschialpbachbrücke	I_2	26	Uebgc. 300 m	38,4	40,0	40,7	3,0	4,024	1,25	4,045 4,250	85,24	2131	
16	Untere Mayenreufsbrücke	I_2	25,5	400	38,4	40,0	40,7 40,6	3,5	4,0	1,25	4,06 4,27	92,18	2305	
17	Valle della Selvaccia	I_2	26	500	38,4	40,0	40.6 40,7	3,4	4,0	1,25	4,03 4,25	93,38	2335	
18	Rovanescaschluchtbrücke	I_2	25	∞	38,4	40,0	40,62 40,72	3,0	4,024	1,25	4,045 4,250	88,48	2212	
19	Untere Wattingerreufsbrücke	I_3	25,5	Uebgc. 280	38,4	40,28	41,0	3,0	3,864	1,40	3,95 4,16	85,02	2110	
20	Obere Wattingerreufsbrücke	Doppelfach mit Verticalen	23	300	43,038	44,88	45,70	4,56	5,28	1,40	5,30 5,50	128,39	2860	Zu 20: Die einzige Brücke, deren System von den gegeb. Typen insofern abweicht, als hier Doppelfachwerk m. gezogenen Diagonalen u. Verticalen angeordnet ist.
21	Tessinbrücke bei Dazio grande	I_2	26	360	43,4	45,0	45,8	3,35	4,524	1,35	4,8 4,6	122,67	2726	
22	Untere Tessinbrücke bei Giornico	I_2	27	∞	—	2×45 14,80 14,85	45,503 15,2	3,0	4.024 2,584	2,0 0,817	4,24 2,6	258,00	2155	
23	Kerstellenbach-Viaduct	I_3	26	300	99,0	2×50,0	50,9	3,5	5,024	1,6 3,0 1,6	5,12 5,33 5,33	267,40	2674	
24	Tessinbrücke bei Stalvedro	I_3	25	280	48,0	50.0	50,8	3,5	5,024	1,6	5,33	133,10	2662	
25	Obere Tessinbrücke bei Giornico	I_3	26,85	300	48,0	50,0	51,0	4,0	5,024	1,55	5,54 5,34	154,28	3086	
26	Valle di Robasacco	I_3	25	300	48,0	50,0	51,025	3,8	5,024	1,65 1,60	5,11 5,33	134,97	2699	
27	Virabachbrücke	I_3	0	Uebgc.	48.0	50,02	50,80	3,5	4,8	1,472	4,87 5,06	137,71	2753	
28	Obere Mayenreufsbrücke	I_3	25	∞	53,8	56,0	56,9	3,8	5,544	1,55	5,65 5,88	152,50	2720	
29	Mittlere Mayenreufsbrücke	I_3	25	∞	63,0	65,0	65,9	4,0	6,386	1,7	6,5 6,7	240,67	3703	
30	Goeschener Reufsbrücke	I_3	10,46	∞	63,0	65,0	65,9	4,0	6,386	1,7	6,5 6,7	240,67	3703	
31	Tessinbrücke bei Polmengo	I_3	26	Uebgc.	63,0	65,0	65,9	4,0	6,386	1,8	6,7 6,5	240,67	3703	
32	Inschireufsbrücke	I_3	26	Uebgc.	75,0	77,0	78,2 78,0	5,0	7,588	1,8 1,7	7,735 7,795	334,69	4347	

B. Bei untenliegender Fahrbahn.

Nr.	Benennung	System	Steigung	Curve Rad.	Licht-weite	Stütz-weite	Träger			Auflagerbreite	Constructions-höhe	Gewicht		
							Länge	Entfernung	Höhe			im Ganzen	pro lfd. m	
			‰	m	m	m						t	kg	
1	Vedeggiobrücke	II_1	18	Uebgc.	13,0	14,0	14,34	4,5	1,4	0,75	0,52	19,0		
2	Dragonebrücke	II_1	0	300	14,5	15,8	16,4	4,6	1,62	0,80	0,56	25,18		
3	Selderbachbrücke	II_1	22	∞	15,0	16,0	16.34	4.5	1,62	0,75	0,52	22,1		
4	Gotthardstrafsenbrücke	II_1	0	300	14,8	16.0	16,47	6.4	1,6	0,7	0,64	29,20		
5	Daziobrücke	II_1	26	410	15,0	16,0	16,34	4,5	1,62	0,75	0,558	22,15		
6	Sisikoner Dorfbachbrücke	II_1	0	400	15,0	16,2	16.74	9,0	2,264	0,85	0.85	46,20		2 geleisig.
7	Aabachbrücke bei Steinen	II_1	0	∞	18,9	20,0	20,42	4,5	2,024	0,85	0,52	28,25		Mit Fufssteg.
8	Ceresabrücke	II_1	26	600	18,9	20,0	20,4	4,5	2,024	0,85	0,545	27,16		Ebenso sind die Vallone-Arm-Brücke und die Gerabachbrücke.
9	Molinabachbrücke	II_1	0	300	20,0	21,1	21.6	4,8	2,174	0,85	0,595	37,78		
10	Schächenbachbrücke	II_1	0	∞	23,9	25,0	25,44	4,5	2,5	0,85	0,612	38,92		Ebenso die Stille-Reufs-Brücke.
11	Formigarobrücke	II_1	26	300	23,9	25,0	25,44	4,85	2,5	0,85	0,68 0,66	40,77		
12	Strafsenbrücke über den Tessin bei Giornico	II_1	0	∞	26,0	27,0	27,4	4.3	2,62	0,75	1,40	33,35		
13	Gotthard-Reufsbrücke	II_1	0	700	27,73	29,58	30,42	8,2	3,824	1,30	1,06	127,60		2 geleisig.
14	Brücke über den Vallone di Bodio	II_1	18	400	28,8	30,0	30,4	4,85	2,884	0,95	0,90 0.705	58,87		
15	Molinettobrücke	II_1	4	Uebgc.	28,8	30,0	30,4	4,85	3,0	0,95	0.71 0,89	56,73		
16	Brenno-Inundationsbrücke	II_1	0	∞	2×34,0	2×34,86	2×35.05 2×35,11	4,6	3,364	1,3 2,5 1,3	0,86 0,72 0,86	141,39		
17	Trodobachbrücke	II_1	0	600	33,8	35,0	35,5	4,90	3,38	0,95	0,99 0,80	74,07		
18	Grünbachbrücke für die Cantonsstrafse	II_1	0	∞	34,8	36,0	36,23	4,5	3,022	0,80	0,535	67,66		Aus vorhandenem Material erbaut.
19	Evibachbrücke	II_1	0	∞	38,4	40,0	40,7	4,5	3,884	1,25	0,768 0,958	90,91		
20	Brennobrücke	II_2	0	∞	2×49,0	2×50,0	2×50,4	4,5	6,274	1,6 2,5 1,6	0.87 0,75 0.87	241,63		
21	Muottabrücke	II_2	0	∞	51,95	55,10	55,96	4,5	6,024	1,72	0,873	145,36		

oft auf Kosten des Umfanges der Steine und des Verbandes, auf welchen das gröfste Gewicht gelegt ist, geschehen müfste, in Bezug auf Festigkeit wenig zu gewinnen wäre. Namentlich und mit Recht hat man sich nicht durch ästhetische Rücksichten bestimmen lassen, hiervon Ausnahmen zu machen. Dadurch, dafs man jeden Stein auf seine natürliche Lagerfläche legte und ihn erst, wo eine solche vorhanden, in das Mauerwerk einfügte, sodafs oft nicht geringe Ausladungen der einzelnen Steine über die Mauerwerksflucht entstehen, gewinnt das Mauerwerk allerdings eine grobe Aufsenfläche; gerade diese aber macht einen kräftigen Eindruck und stimmt viel besser mit dem rauhen Character der Gotthardgegend überein, als eine feinere Bearbeitung der Mauerflächen. Bei dem Interesse, welches die Mauerwerksausführung der Gotthardbahn in Anspruch zu nehmen berechtigt ist, dürfte es nicht überflüssig sein, die wichtigsten Sätze aus den der Ausführung zu Grunde gelegten sehr klar und bestimmt hierfür abgefafsten besonderen Bestimmungen hier anzuführen, zumal die in den rapports trimestriels erfolgte Veröffentlichung derselben schwerlich in weitere technische Kreise dringen wird. Bezüglich der allgemeinen Vorschriften für die Ausführung des Mauerwerks bestimmt u. A.:

§ 8.

„Bei allem Mauerwerk wird vollkommener Verband und gleichartige Beschaffenheit auf die ganze Stärke des Mauerkörpers als das Wesentlichste betrachtet. — Die Steine sind zur Erfüllung dieses Zwecks auszuwählen und je nach der Mauerwerksgattung passend zuzurichten und zu bearbeiten. Alle Mauersteine sind auf ihr natürliches Lager zu legen. Das Zurichten der Bausteine darf nicht erst auf der Mauer selbst geschehen. Bei trockener und warmer Witterung müssen die angefangenen Mauertheile häufig begossen und, wenn es nöthig wird, auch bis zur weiteren Einmauerung bedeckt und gegen die Einwirkung der Sommerhitze, sowie gegen strömendes oder quellendes Wasser und bei Regen geschützt werden. — Um ungleichen Setzungen vorzubeugen, sind Mauern, deren Fundamentabsätze mehr als 2 m betragen, von der Fundamentsohle aus in einzelnen, in den entsprechenden Absätzen des Fundaments stumpf aneinander stofsenden Theilen, getrennt auszuführen. — Innerhalb der einzelnen Theile aber soll das Mauerwerk nicht stück- oder stufenweise, sondern womöglich in der ganzen Ausdehnung gleichmäfsig in die Höhe geführt werden. — Je nach der Bedeutung der Bauwerke oder einzelner Theile derselben kommen verschiedene Mauerwerksgattungen zur Anwendung. Wie und in welchen Theilen der Bauwerke die verschiedenen Mauerwerksgattungen auszuführen sind, bestimmt, wenn hierüber nicht schon die Pläne genauen Aufschlufs geben, die Bauleitung in jedem Falle.*) — Der Unternehmer hat auf Verlangen und nach Vorschrift der Bauleitung von jeder Gattung vorkommenden Mauerwerks vor Beginn der Arbeiten im Grofsen ein Probestück auszuführen, welches

*) Gewöhnlich wurde in die Querschnitte der Projecte die Nummer derjenigen Paragraphen der besonderen Bestimmungen eingeschrieben, nach welchen der bezügliche Theil ausgeführt werden sollte.

sodann für die sämtlichen aus dem gleichen Material herzustellenden Ausführungen als Muster gilt und maſsgebend bleibt.*)

§ 9. Trockenmauerwerk.

Die in § 8 aufgeführten allgemeinen Regeln für das Mauerwerk gelten für das Trockenmauerwerk nicht weniger als für das Mörtelmauerwerk, und der Verband der Steine ist ebenso streng wie bei diesem zu beobachten und durchzuführen; die Fugen sind, da sie nicht durch Mörtel oder anderes Material ausgefüllt werden, eng und so vollkommen als möglich zu schlieſsen, und die Lagerflächen der Steine sind unter reichlicher Bearbeitung mit dem Mauerhammer (nach Bedarf auch mit Schlägel und Eisen) in möglichst volle Berührung zu bringen. — Es ist namentlich streng darauf zu achten, daſs alle einzelnen Steine in ihrer Lage fest und unbeweglich auf einander ruhen und so unterstützt sind, daſs nicht hohlliegende Steine durch die einwirkende Last des sie überdeckenden Mauerwerkes zerbrochen werden können. — Die Mauerung wird nicht in einzelnen Schichten abgeglichen, sondern soll, um die Nothwendigkeit der Verwendung kleinen Materials möglichst auszuschlieſsen, durch die ganze Mauerhöhe ineinander greifen. Unvermeidliche Einlagerung kleiner Steine in die Fugen (Zwickel) müssen gehörig zwischen die Mauersteine eingepaſst und dürfen nicht von aufsen eingetrieben werden.

§ 10. Ordinäres oder rauhes Bruchsteinmauerwerk.

Zur Herstellung dieser Mauerwerksgattung können rauhe Bruchsteine ohne besondere Auswahl und ohne jede Bearbeitung verwendet werden und es darf in einzelnen Schichten mit Zuhülfenahme kleinerer Steine abgeglichen werden. — Der Mörtel wird in der Regel mit magerem und nur auf besonderes Verlangen mit hydraulischem Kalk bereitet.

§ 11. Häuptiges Bruchsteinmauerwerk.

Das zu solchem Mauerwerk zu verwendende Bruchsteinmaterial ist mit Hinsicht auf die Anforderungen eines guten Verbandes einer sorgfältigen Auswahl zu unterziehen. Es werden nur regelmäſsige und solide Stücke von nicht zu stark wechselnder Gröſse zugelassen. Material, welches von Ursprung lagerhaft ist, erfordert in der Regel keine besondere Bearbeitung. Unregelmäſsiges Material muſs jedoch insoweit der Bearbeitung unterzogen werden, als sie zur Zusammenfügung der Steine in einen innigen Verband erforderlich ist, dieselbe läſst sich jedoch in der Regel lediglich mit dem Mauerhammer vollziehen. Die Abgleichung einzelner Schichten wird, damit die Verwendung kleiner Steine möglichst ausgeschlossen bleibe, nicht verlangt. Bei der Anlage einer Mauer dürfen die Steine nicht gleichzeitig von der vordern und rückwärtigen Begrenzungs-

*) Diese Bestimmung ist bei der Ausführung leider nicht überall durchgeführt worden. Dem Vernehmen nach sind nachträglich zwischen den Unternehmern und der Bauverwaltung Meinungsverschiedenheiten über die Gattungen des ausgeführten Mauerwerks entstanden, welche leicht zu beseitigen gewesen wären, wenn von obiger Bestimmung nicht abgegangen worden wäre.

fläche angesetzt und gegen Innen zusammen gemauert werden, sondern es ist durchaus nur vom Haupte ausgehend zu mauern. — Im Mauerhaupt können die Fugen, je nachdem das zur Verfügung stehende Material von mehr als parallelopipedischer oder vieleckiger Form ist, und je nach dem Zwecke, den es zu erfüllen hat (vergl. § 15), entweder in parallelseitigen oder in unregelmäfsigen (Cyclopen-) Formen angeordnet werden. Die Bearbeitung der in das Mauerhaupt vortretenden Steine braucht sich nur auf das Mafs zu beschränken, welches zur Herstellung einer rauhen Mauerflucht erforderlich ist, dagegen wird die vollkommene Gleichmäfsigkeit in Material und Arbeit auf die ganze Dicke der Mauer verlangt. Für Gewölbe sind lagerhafte Steine besonders auszulesen und zuzurichten. Das Auszwickeln oder Ausschiefern in den Ansichtsfugen ist in keinem Falle gestattet. — Zur Mörtelbereitung wird in der Regel magerer, in den Gewölben aber immer hydraulischer Kalk verwendet.

§ 12. Mauerwerk mit Vorsatzsteinen (Moëllons).

Das hierzu zu verwendende Steinmaterial besteht in rauh (nur mit dem Bossirhammer) bearbeiteten Vorsatz- und besonders ausgelesenen lagerhaft zugerichteten Hintermauerungssteinen. Beiderlei Steine sollen durchschnittlich die gleiche Gröfse haben und nicht so schwer sein, dafs sie von einem einzelnen Arbeiter nicht noch getragen werden könnten. Läufer und Binder der Vorsatzsteine sollen derart abwechseln, dafs auf zwei Läufer ein Binder kommt. Erstere sollen mindestens 30, letztere mindestens 50 cm, bei geringerer Mauerstärke auf die ganze Stärke, in die Mauer eingreifen. Die Vorsatzsteine müssen auf die Tiefe von 15 cm vollkantig und dem Fugenschnitt entsprechend (vergl. § 15) zugerichtet werden. — Diese Mauerwerksgattung wird in hydraulischem Mörtel ausgeführt. Nur dann, wenn magerer Kalk von besonders guter Qualität zur Verfügung steht, kann die Verwendung des letztern über Ansuchen des Unternehmers durch die Bauleitung gestattet werden.

§ 13. Schichtenmauerwerk.

Für das Schichtenmauerwerk sind alle Steine zur Herstellung ebener, der Schichtenhöhe entsprechender Lagerflächen, und zur Herstellung regelmäfsiger Stöfse vom Steinhauer zu bearbeiten. — Die einzelnen Schichten werden nach der Tiefe der Mauer, sofern das Mauerobject der Hauptausdehnung nach nur eine Aufsenfläche (bei Gewölben die Laibung) hat, normal auf diese gerichtet, und bestehen aus rechtwinkelig bearbeiteten Steinen; doppelhäuptige Mauern aber erhalten horizontale Lagerflächen und erfordern, wenn die Mauerflächen einen Anzug haben, im Mauerhaupt stumpf- und spitzwinkelig bearbeitete Steine. — Die Höhe der Schichten darf nicht unter 15 cm betragen. — Jede Schichte wird vollkommen in einer durch die ganze Mauerdicke gehenden Ebene abgeglichen. — Die Steine sollen auf die ganze Dicke der Mauer mit parallelen (im Gewölbe mit radial divergirenden) Lagerflächen nach den Schichtendimensionen bearbeitet werden. Die in das Haupt vorragenden Steine müssen von diesem einwärts mindestens auf 25 cm Tiefe durchaus vollkantig sein. Im Innern der Mauer mufs die durch Bearbeitung herzustellende Ebene jeder Lager- oder Stofsfläche

eines Steines drei Viertheile seiner Ausdehnung ausmachen; die Lücken, welche dann noch bis zur Schichtenebene offen bleiben, müssen mit möglichst einpassenden Steinstücken im Mörtel sorgfältig ausgefüllt werden. Es ist gestattet, eine starke Schicht theilweise in zwei oder mehrere Schichten zu theilen; jedoch darf keine derselben schwächer als 15 cm sein und der Verband dadurch nicht gestört werden. — Die Länge der Steine einer Schicht im Haupt soll mindestens das $1^1/_2$-fache der Schichthöhe betragen. Läufer und Binder haben in gleicher Zahl, nach Maſsgabe der Mauerdicke, in einer, beziehungsweise zwei auf einander folgenden Schichten, nach den gegebenen Regeln des Verbandes, mit einander abzuwechseln. Die Läufer müssen die Binder in der Tiefe der Mauern mindestens um die Schichtstärke überbinden; für das Ueberbinden der Stoſsfugen wird ein Minimum von 12 cm festgesetzt. Mauern (namentlich Gewölbe), deren Stärke 50 cm oder weniger beträgt, müssen aus lauter durchbindenden Steinen bestehen. — Die Mörtelfugen im Lager und Stoſs sollen 10 mm stark sein; Abweichungen davon sind nur bis zum Betrage von 2 mm auf oder ab gestattet. Der Mörtel wird in der Regel mit magerem Kalk bereitet.

§ 14. Quadermauerwerk.

Quader sind Werkstücke, für welche alle Dimensionen bestimmt vorgeschrieben sind, und kommen in der Regel nur in einzelnen, durch die Construction des Bauobjectes bedingten Stücken zur Anwendung. — Wird ein ganzes Mauerwerk aus Quadern angeordnet, so enthalten die Pläne immer auch die nöthigen Bestimmungen hinsichtlich der Schichtenhöhe und des Verbandes. a) Rauhes Quadermauerwerk. Quader, welche zur Bildung von Fundamentschichten oder in das Innere einer starken Mauer benutzt werden, brauchen nur rauh bearbeitet zu sein. Die Lager und Stoſsflächen müssen jedoch abgespitzt werden. Die Weite der Lagerfugen darf für gewöhnlich 15, bei sehr starker Belastung des Mauerwerkes aber 20 mm nicht überschreiten. Die Weite der Stoſsfugen darf bis 30 mm betragen. b) Reines Quadermauerwerk bedingt vollkommene Bearbeitung aller Kanten, Ecken und Flächen der Werkstücke. Die Lagerflächen werden vollkommen eben bearbeitet und je nach der Beschaffenheit des Materials und der Bestimmung der Stücke gespitzt, gekrönelt oder gestockt. Die Lagerfugen laufen in vollkommen gleicher Weite, welche in gewöhnlichen Fällen 10 mm, bei sehr starker Belastung 12 mm betragen darf, durch. — Die Weite der Stoſsfugen darf auf 5 cm Tiefe, vom Haupte einwärts nur 5 mm und von da an nicht mehr als 12 mm betragen. — Beim Versetzen von Quadern, welche einem sehr starken Drucke ausgesetzt sind, werden die Lagerfugen, um das Abdrücken der Ecken und Kanten zu verhindern, auf 5 cm vom Haupte einwärts offen gehalten und erst nach erfolgter Setzung des Mauerwerks mit Cement ausgefugt. — Einstückungen werden im Haupte von Quadern gar nicht geduldet; abgestoſsene Ecken oder sonstige Beschädigungen müssen vielmehr durch Nacharbeiten des betreffenden Steines beseitigt werden.

§ 15.

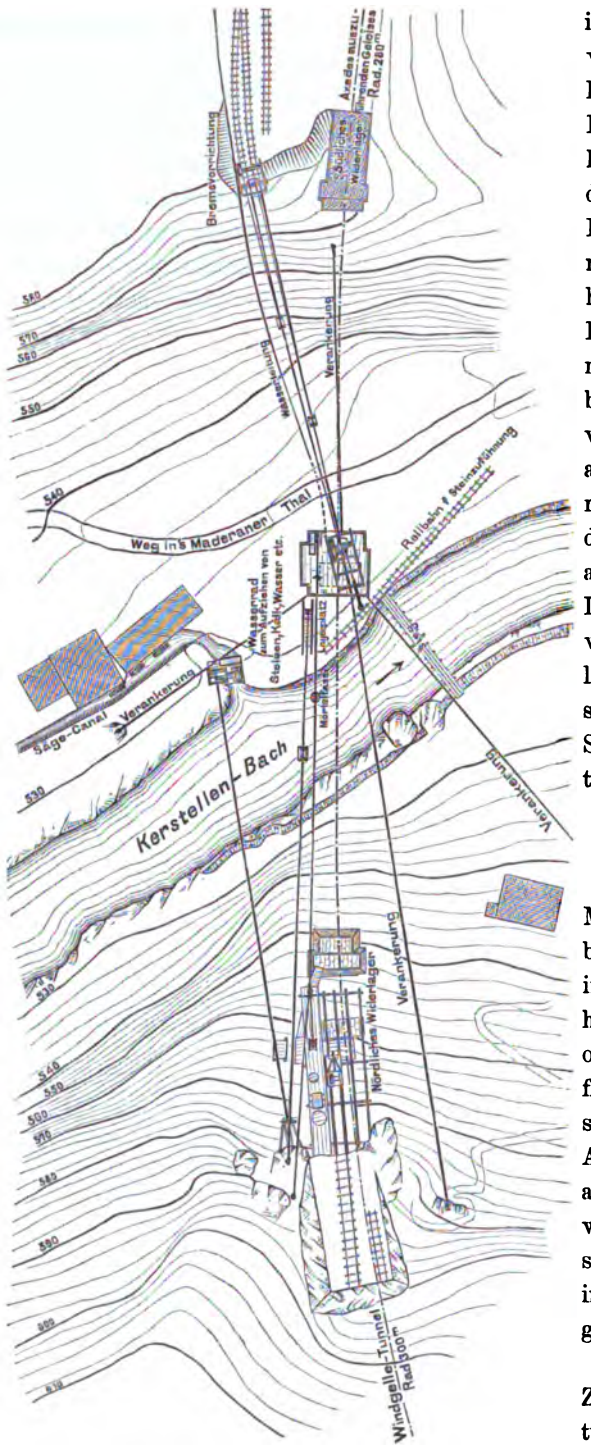
Das Mauerwerk der Gewölbe wird nach Befinden der Bauleitung entweder aus häuptigem Bruchstein-, aus Vorsatz-, aus Schichten- oder Quadermauerwerk hergestellt,

für die Ausführung gelten dem entsprechend und unter Bedachtnahme auf den dem Gewölbe eigenthümlichen Steinschnitt entweder die in §§ 11, 12, 13 oder 14 angegebenen Vorschriften. — Es ist darauf zu achten, dafs die Aufführung jedes Gewölbes von den beiden Widerlagern aus gleichmäfsig erfolge, dafs aber gleichzeitig durch Belastung auf dem Scheitel einer nachtheiligen Verdrückung der Lehrgerüste vorgebeugt werde. — Lange Gewölbe, in Tunnels und überschütteten Durchlässen, werden in einzelnen stumpf aneinander stofsenden Zonen ausgeführt, deren Länge von Fall zu Fall durch die Bauleitung bestimmt wird. Da die eigentliche Gewölbeconstruction bei Gewölben mit vollem Halbkreisbogen erst in der Höhe von 30° über dem Anlauf beginnt, so soll das eigentliche Gewölbemauerwerk auch erst dort beginnen; alles Mauerwerk bis auf diese Höhe soll dagegen in seiner ganzen Stärke nach Art des Widerlagers, aber mit auf die Laibungsfläche normalen Lagerfugen, also vom Kämpfer aufwärts schon radial ausgeführt werden. — Die Uebermauerung des eigentlichen Gewölbes geschieht erst, nachdem die Lehrgerüste gelüftet sind und das Gewölbe sich selbst trägt. — Die Uebermauerung wird in regelmäfsiger Form geebnet und nach Austrocknung des Mauerwerks mit einer 6 cm starken Schicht von hydraulischem Mörtel überzogen, und diese wird sofort durch Ueberlagerung einer Sandschicht von 30 cm Stärke gegen rasches Austrocknen, Reifsen, sowie gegen Beschädigung durch die Ueberschüttung geschützt.

§ 16. Behandlung der äufseren Mauerflächen.

Für die Bearbeitung der Quader aller Art werden je nach ihrer Bestimmung von Fall zu Fall die entsprechenden Anordnungen gegeben. Das Haupt der Steine in den sichtbaren und unsichtbaren Flächen des Schichtenmauerwerkes bleibt in der Regel rauh; nur an den Deckschichten sind die aufwärts gekehrten Flächen und in Gewölben die Laibungsflächen glatt abzuarbeiten. — Bei dem häuptigen Bruchsteinmauerwerk treten keine bearbeiteten Steinflächen in das Mauerwerk vor. — In allen Mauerflächen, sowohl in sichtbaren als in denjenigen, welche unter An- und Ueberschüttungen von Erde und Steinmaterial fallen, oder mit stehendem oder fliefsendem Wasser in Berührung kommen, sind die Fugen, nachdem sie vorher ausgekratzt und gereinigt worden, vollkommen dicht mit Cementmörtel zu verstreichen; nur soll dies in freibleibenden Schichtflächen mit mehr Sorgfalt und so geschehen, dafs das Mörtelband in der Fuge zurücktritt und die Kanten der Steine frei und scharf erscheinen, nicht aber überschmiert werden. Im Allgemeinen soll so sorgfältig gemauert werden, dafs nachträgliches Verfugen nicht nothwendig wird. In Anbetracht dieser Beschränkungen der Ansprüche wird die Herstellung der sichtbaren Flächen des Mauerwerkes auch nicht als eine besondere Leistung angesehen und nicht besonders bezahlt.“

Wenn trotz dieser Bestimmungen das Mauerwerk nicht auf allen Strecken durchaus gleichartig behandelt ist, so sind die übrigens nicht erheblichen Abweichungen zu erklären theils aus der Verschiedenheit des Materials an den einzelnen Stellen, da z. B. der Granit der Nordrampe der Bahn härter ist, sich schwieriger bearbeiten läfst, als der mehr Glimmer enthaltende leicht spaltbare des Tessins — theils auch aus den



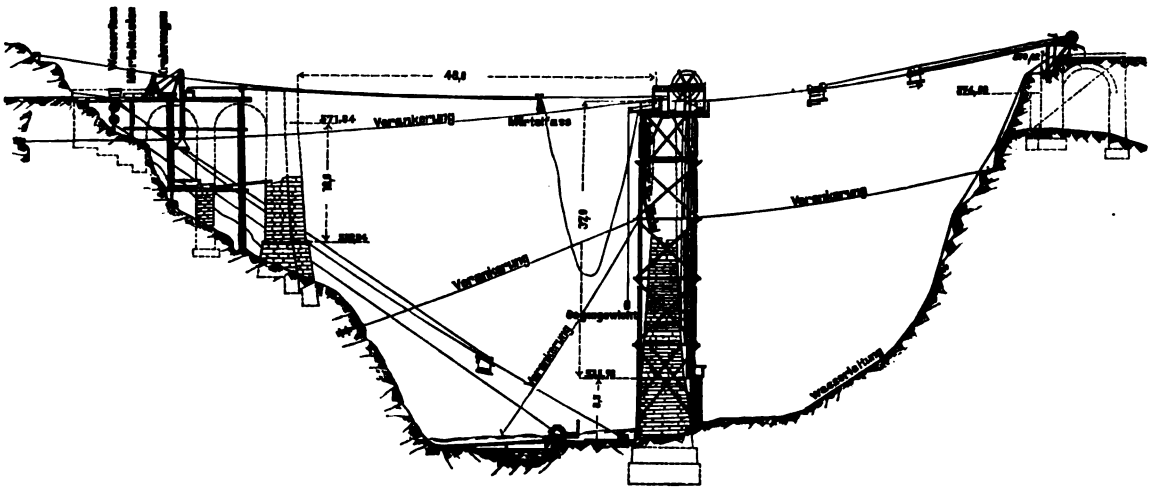
immerhin etwas von einander abweichenden Maximen der einzelnen leitenden Ingenieure. — Das rauhe Bruchsteinmauerwerk nach § 10 ist hauptsächlich zu den Fundamenten der Widerlager und Pfeiler verwendet. Das häuptige Bruchsteinmauerwerk nach § 11 ist für alle über das Terrain hervorragenden Bestandtheile der Brücken und Durchlässe mit Ausnahme der Mittelpfeiler der Flufsbrücken gewählt worden. — Letztere, welche der Strömung des Wassers ausgesetzt sind, wurden aus Schichtenmauerwerk nach § 13 unter Verwendung von Binderschichten in Höhenabständen von 2 m hergestellt. — Die aus häuptigem Bruchsteinmauerwerk hergestellten Pfeiler und Widerlager der grofsen Brücken und Viaducte sind an den Kanten nach Art des Schichtenmauerwerks (§ 13) sorgfältiger bearbeitet.

Kerstelenbach-Viaduct.

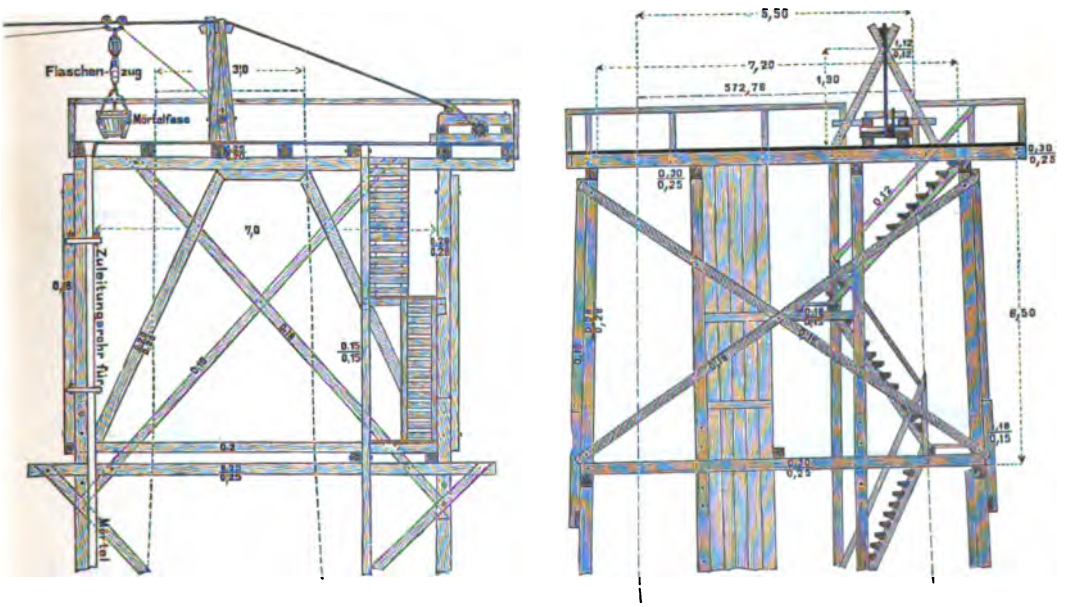
Von den wenigen Brücken mit Mittelpfeilern ist wohl der Kerstelenbach-Viaduct in Amsteg (Blatt 10) das imposanteste Bauwerk. Der etwa 42 m hohe Mittelpfeiler desselben hat eine obere Stärke von 3 m. Die Seitenflächen bilden keine gerade Linie, sondern eine Krümmung, welche dem Auge nicht entgeht und den eigenartigen Eindruck des kühnen Bauwerks erhöht, dessen Fahrbahn in schwindelnder Höhe und gleichzeitig in starker Steigung und scharfer Biegung das Thal überschreitet.

Besonders bemerkenswerth war zur Zeit des Baues die Werkplatzeinrichtung. Da bis jetzt eine Veröffentlichung

der Bauausführung nicht erschienen ist, sind untenstehend einige Skizzen der daselbst getroffenen Anordnungen und Constructionen dargestellt, welche ich der Güte des Herrn Sectionsingenieur Perbs verdanke.

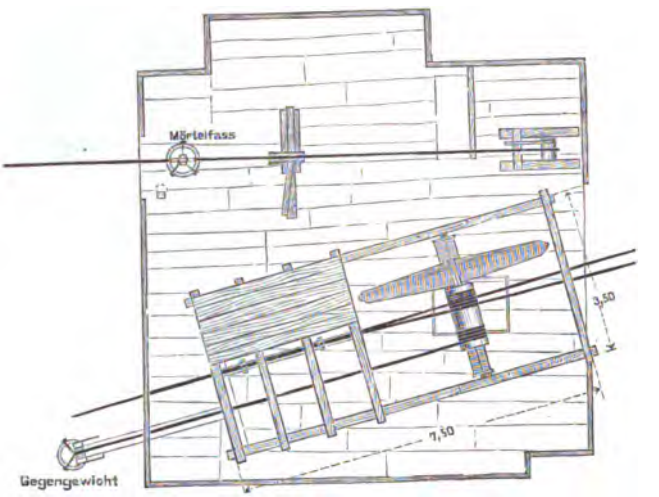


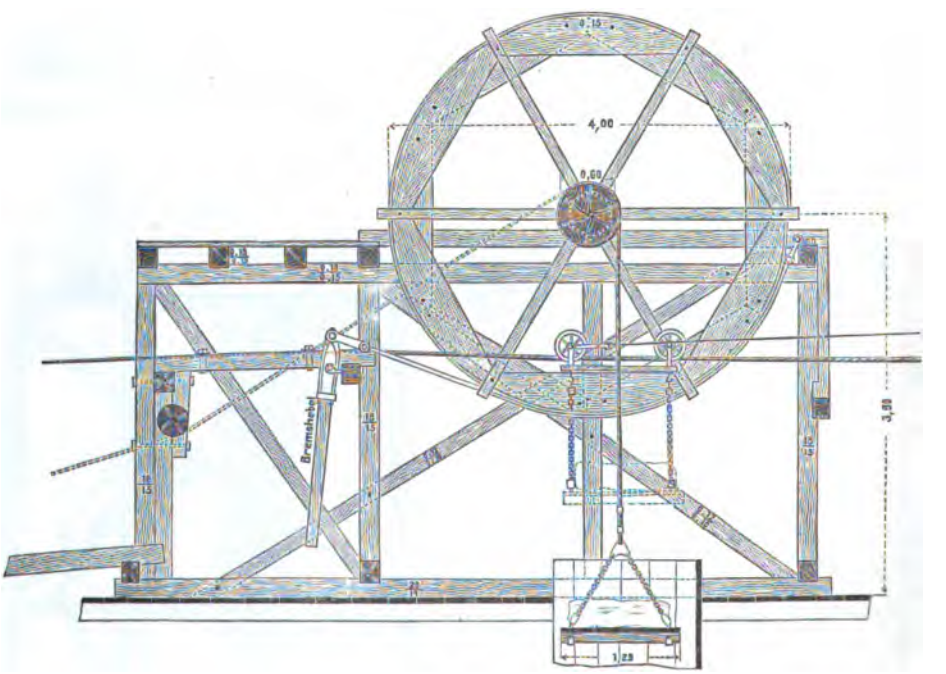
Am Kerstelenbach war ein Wasserrad errichtet, welches Steine, Kalk, Wasser u. dgl. von dem dicht anstofsenden Lagerplatz nach dem nördlichen Widerlager aufzog.



Für den Mittelpfeiler, dessen hohes Gerüst durch Drahtseile kräftig verankert war, wurde das Steinmaterial von dem Lagerplatz am südlichen Widerlager mittels eines

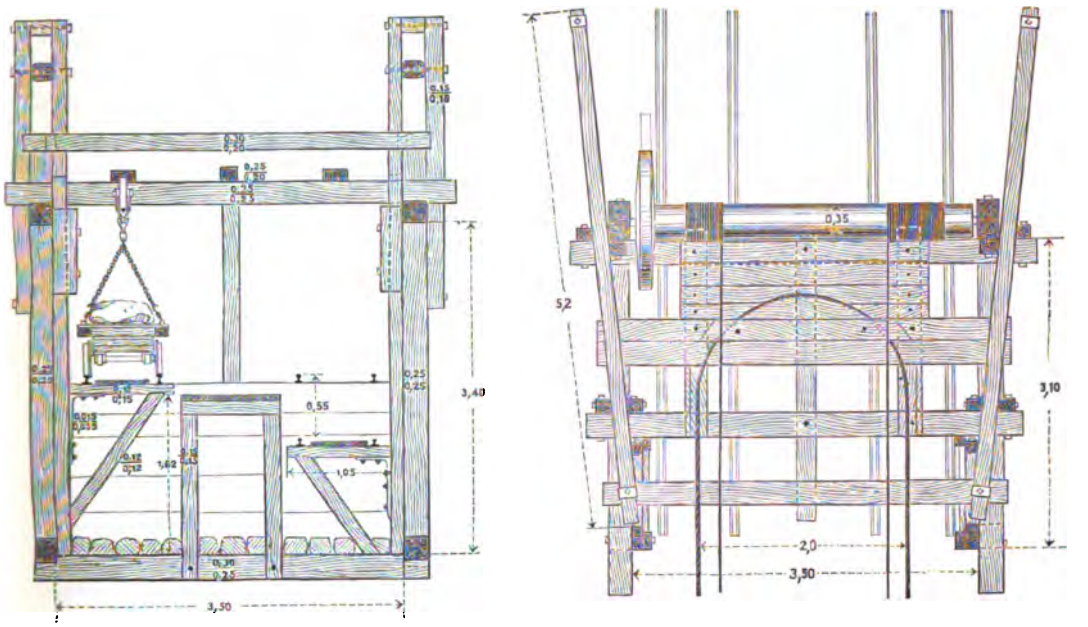
Drahtseiles unter Verwendung einer Bremsvorrichtung herabgelassen, wobei ein beladener Wagen stets einen leeren wieder aufzog. Auf dem Mittelpfeiler war wiederum eine

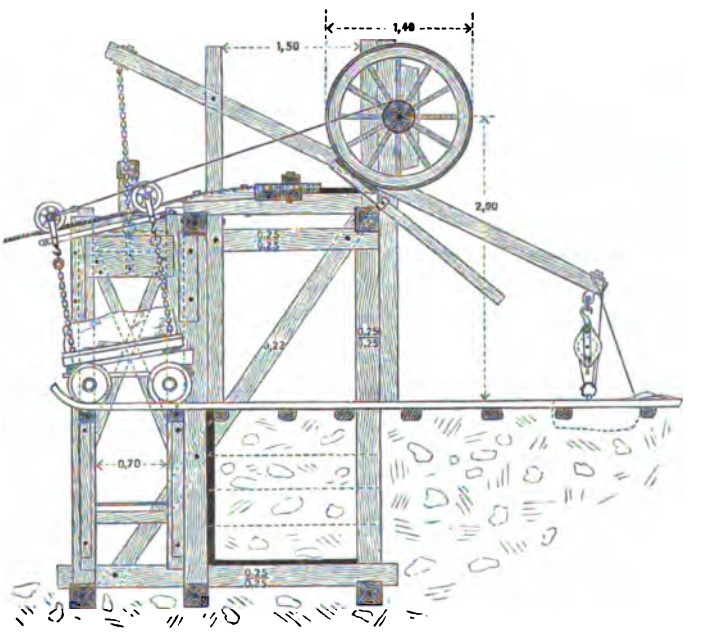




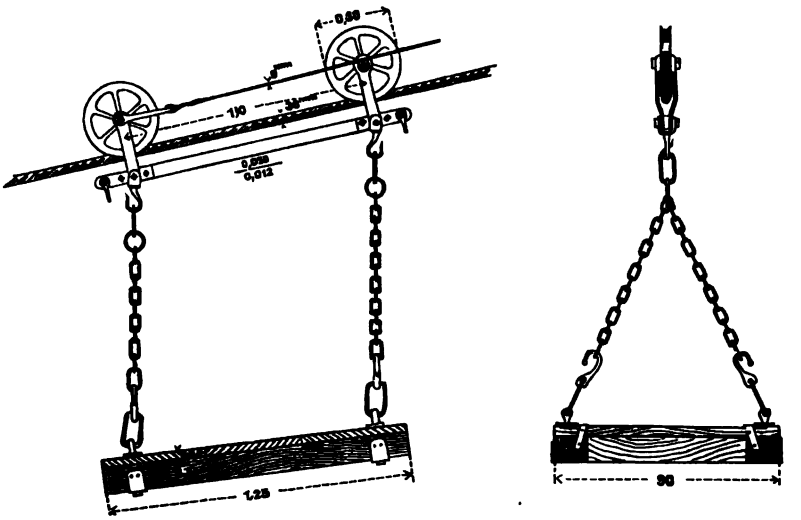
Bremsvorrichtung angeordnet, mittels welcher man die ankommenden Steine auf den Pfeiler hinabliefs. Das Wiederaufziehen der unten angekommenen Förderschale wurde durch ein aufserhalb des Gerüstes nieder- bezw. aufgehendes Gegengewicht in sinnreicher Weise bewirkt. Der Mörtel wurde am nördlichen Widerlager bereitet und eben-

falls in Fässern auf einem Drahtseil dem Mittelpfeiler zugeführt, indem das ankommende Fass in eine senkrechte, auf die Pfeileroberfläche mündende Röhre entleert wurde.





Die ganze Einrichtung, welche ohne gröfsere maschinellen Anlagen die bedeutende Bauausführung gestattete, ist jedenfalls sinnreich und wohlfeil.



Die bei den übrigen gröfseren Bauwerken getroffenen Einrichtungen, welche jedenfalls auch viel des Interessanten geboten haben, ebenso auch die Construction der Montirungsgerüste, welche seitens der Brückenunternehmer hergestellt wurden, sind leider nicht zu meiner Kenntnifs gelangt.

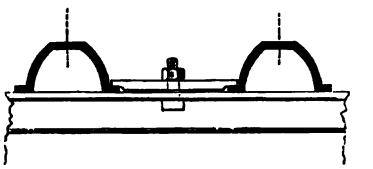
b) Strassenbrücken.

In der Natur der Sache ist es begründet, dafs in der Schweiz die eisernen Strafsenbrücken, abgesehen von einigen gröfseren städtischen Brücken, an technischer Grofsartigkeit gegen die Eisenbahnbrücken deshalb zurücktreten, weil einerseits schwierige Thal- und Flufsübergänge im Zuge der mit grofser Oekonomie angelegten Strafsen sich leichter vermeiden lassen als bei Eisenbahnen, andererseits weil, wie schon bei der Besprechung der hölzernen Brücken erwähnt, noch eine erhebliche Zahl bedeutender Strafsenbrücken aus Holzconstructionen besteht, welche erst nach und nach, den zur Verfügung stehenden Geldmitteln entsprechend, durch eiserne ersetzt werden. Indessen ist doch schon eine ganze Anzahl, wenn auch nicht gerade hervorragender, so doch immerhin beachtenswerther Bauwerke mit eisernen Fachwerkträgern vorhanden, deren Constructionen jedoch im Allgemeinen nicht erheblich von einander abweichen.

Als Trägersystem findet sich bei den älteren Brücken vielfach das engmaschige Netzwerk; die neueren zeigen bei geringeren und mittleren Spannweiten meist das ein- oder mehrfache Netzwerk mit Verticalen, während bei gröfseren Weiten besonders häufig das vierfache Netzwerk mit Zug- und Druckstreben ohne Verticalen angewendet ist. Aufserdem finden sich auch Träger mit gekrümmten oberen Gurtungen und sogenannte Warrenträger.

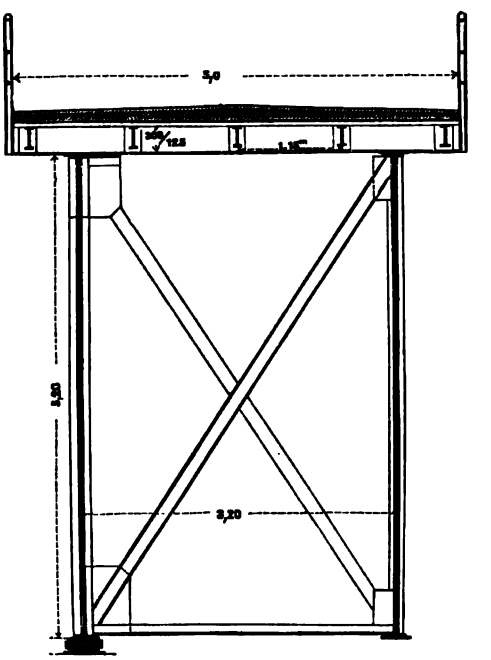
Die Construction dieser Bauwerke bietet im wesentlichen nichts besonders Neues. Die Anordnung der Hauptträger ist die allgemein übliche. Das T-Profil ist auch hier

der bei Weitem gebräuchlichste Gurtungs-Querschnitt. Die Quer- und Horizontalverbände geben ebenfalls keinen Anlafs zu besonderen Bemerkungen. Die Fahrbahn besteht in den allermeisten Fällen aus Zorès, welche auf Quer- oder Längsträgern ruhen und gewöhnlich dicht neben einander, in einigen Fällen auch in mäfsigen, durch Beton oder Steinplatten ausgefüllten Abständen von einander angeordnet sind. Diese Zorèseisen, welche übrigens in der Schweiz viel früher zu genanntem Zweck benutzt wurden, als in Deutschland, sind entweder auf die darunter liegenden Träger aufgenietet, oder falls die Flanschenbreite, wie es meist der Fall ist, dies nicht gestattet, mittels Klemmplättchen nach nebenstehender Zeichnung in der beabsichtigten Entfernung von einander erhalten und gleichzeitig an die Träger befestigt. Bei einigen Brücken fehlt eine Befestigung der Zorèseisen auf den Trägern vollständig, und es sind dann die ersteren durch ein aufgeschraubtes Profileisen mit einander verbunden. Sehr häufig werden auch bei oben liegender Fahrbahn die Zorèseisen über die äufsersten Brückenträger hinaus vorgekragt und deren Köpfe durch ein Blech geschlossen, gegen welches sich unmittelbar das Schotterbett der Fahrbahn lehnt.

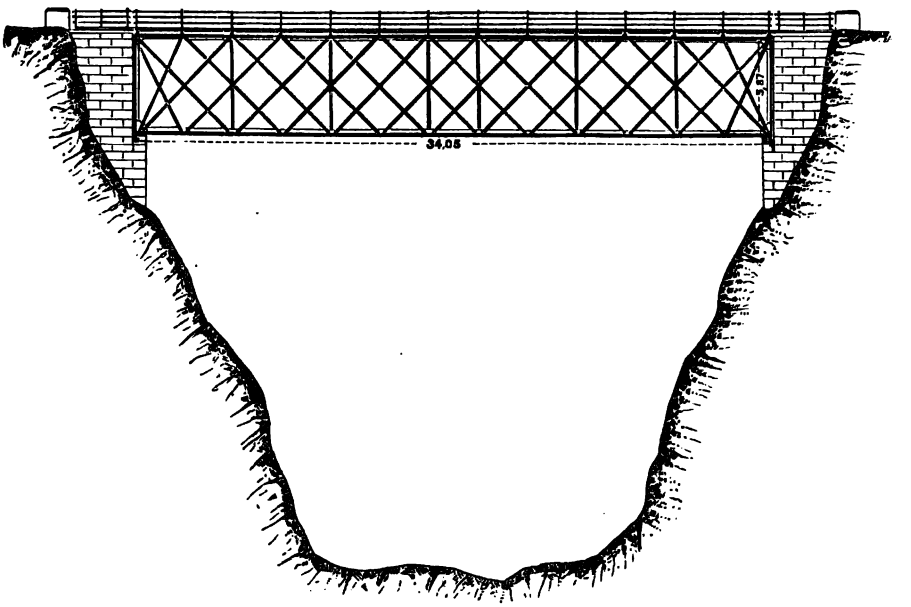


Im Uebrigen ist die Detailconstruction der Brücken der bereits bei den Eisenbahnbrücken besprochenen ganz analog und bietet zu besonderen Bemerkungen keinen Anlafs.

Als Beispiel für Strafsenbrücken mit obenliegender Fahrbahn und Gitterträgern mit vierfachem Netzwerk sei hier kurz die nebenstehend skizzirte Brücke über das Martinstobel erwähnt, welche insofern noch merkenswerth ist, als sie, im Jahre 1877 errichtet, die gleichnamige hölzerne Brücke, welche 1468 erbaut und die erste Hängewerksbrücke der Schweiz war, ersetzt hat. Ueber das letztere interessante Bauwerk giebt Bavier in seinem schon mehrfach angeführten Werk anregende geschichtliche Mittheilungen, sowie eine Ansicht der Brücke.



Die neue Brücke ist von dem Ingenieur Gubser, welcher eine grofse Anzahl bedeutender Brücken der Schweiz, so die Aarbrücke bei Brugg, den Guggenlochviaduct u. s. w., erbaut hat, entworfen und ausgeführt und zeigt, wie alle Brücken des genannten Ingenieurs, bei ansprechenden Verhältnissen eine sehr geschickte Construction in den Einzeltheilen.

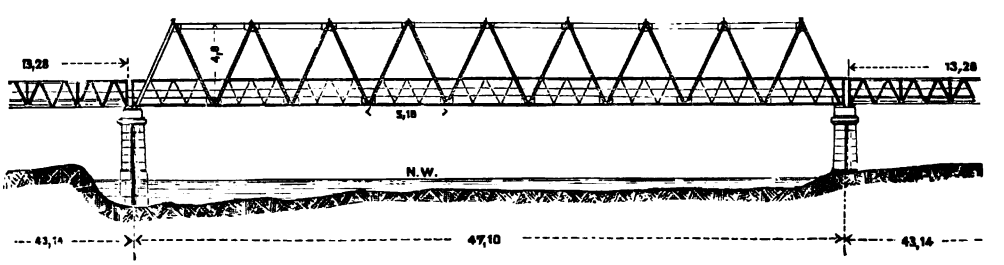


Thurbrücke bei Pfyn.

Nach demselben System, aber mit untenliegender Fahrbahn und continuirlichen Trägern, ist, ebenfalls von Gubser, die Thurbrücke bei Pfyn construirt, welche eine Mittelöffnung von 46,4 m und zwei Seitenöffnungen von je 36,8 m Weite besitzt. Für die Belastung wurde gerechnet:

Eigengewicht	1200 kg
Zorèsbelag	200 „
Bekiesung	1860 „
Zufällige Belastung	1370 „
überhaupt	4,63 t.

Thurbrücke bei Altikon.



Als Beispiel einer Strafsenbrücke mit Warrenträgern sei hier die ebenfalls von Gubser erbaute Thurbrücke bei Altikon erwähnt. Dieselbe hat, wie aus der oben-

stehenden Skizze ersichtlich, eine mit Warrenträgern überspannte Mittelöffnung von 47 m Weite und zu jeder Seite drei Fluthöffnungen von 12,28 — 16,0 — 13,8 m Weite, welche letztere mit continuirlichen auf eisernen Jochen ruhenden Trägern überspannt werden. Das System derselben ist auch in der Mittelöffnung weiter geführt, dient hier jedoch nur als Schutzgeländer. Die Querträger der Mittelöffnung sind nicht an den Knotenpunkten, sondern zwischen denselben angeordnet, sodafs die untere Gurtung auch noch auf Biegung beansprucht wird.

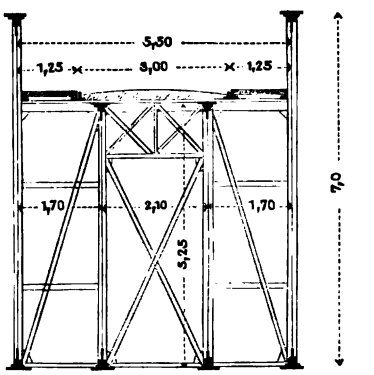
Die Einzelconstruction bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Für die graphische Berechnung dienten mit Rücksicht auf die 5 m breite Bahn folgende Belastungsannahmen auf das lfde. m:

Eigengewicht der Construction	1400 kg
Zorèsbelag 5 · 8 · 5	200 „
Bekiesung 0,2 · 1800 · 5 = ...	1800 „
Zufällige Belastung 300 kg pro qm = 5 · 300 =	1500 „
zusammen	4900 kg

Bemerkt werde hier, dafs die zufällige Last für Strafsenbrücken in der Schweiz meist geringer angenommen wird als bei uns. Das wirkliche Eigengewicht der vorerwähnten Strafsenbrücken konnte leider ebensowenig ermittelt werden wie die Baukosten.

Eine von den üblichen Constructionen abweichende Anordnung zeigt der nebenstehend skizzirte Querschnitt der neuen Rheinbrücken bei Reichenau in Graubünden, welche von der Façonschmiede in Romanshorn zum Ersatz der vor einigen Jahren abgebrannten bedeutenden hölzernen Bogenbrücke errichtet worden ist.



Die Brücke hat eine Oeffnung von 67,5 m Lichtweite. Es sind vier Träger angeordnet, von denen die beiden äufseren 7 m, die beiden mittleren nur 5,25 m Höhe haben. Erstere bilden im oberen Theil gleichzeitig das Schutzgeländer.

Das Trägersystem ist nebenstehend skizzirt. Die Diagonalen sind so angeordnet, dafs diejenigen der inneren Träger mit denen der äufseren sich in der geometrischen Ansicht decken. Trotz der gegenseitigen Absteifung der vier Träger bedarf es kaum der Erwähnung, dafs die gewählte Anordnung wegen der Verschiedenheit der Formänderung der niedrigen und der höheren Träger nicht gerade sehr zweckmäfsig ist.

Wenn hiermit das Thema der Strafsenbrücken mit Fachwerksträgern verlassen wird, so soll damit nicht ausgesprochen werden, dafs aufser den erwähnten Constructionen, welche nur als Beispiele aus der grofsen Anzahl von derartigen Brücken herausgegriffen sind, nicht noch andere interessante Objecte vorhanden seien, vielmehr mufs ausdrücklich bemerkt werden, dafs bei der Zerstreutheit der letzteren in den entlegensten Gegenden der verschiedenen Cantone das Auffinden und der Besuch aller, woraus allein eine erschöpfende Darstellung folgen könnte, grofse Schwierigkeiten bietet, sowie

einen Zeitaufwand erfordern würde, welcher über das dem Einzelnen zur Verfügung stehende Mafs weit hinausgeht. Aus diesem Grunde kann und soll für das vorstehend Gesagte ein Anspruch auf Vollständigkeit keineswegs geltend gemacht werden.

B. Fachwerkbrücken mit eisernen Pfeilern.

Zu den hervorragendsten Ingenieurbauwerken der Schweiz gehören die Fachwerksbrücken mit eisernen Pfeilern. Dieselben lassen sich in zwei Gruppen zerlegen, von denen die eine die ältere, die andere die neueren Constructionen umfafst.

Die Entstehung der ersteren, nämlich der von Etzel erbauten Sitterbrücke bei St. Gallen, Thurbrücke bei Wyl, Glattbrücke bei Flawyl und der von Schneider & Cie. in Creuzot errichteten Saanebrücke bei Freiburg, des bedeutendsten Bauwerkes der Schweiz, fällt in die Jahre 1854 bis 1862, also in eine Zeit, in welcher die Construction eiserner Thurmpfeiler sich erst im Beginn der Entwickelung befand. Wenn daher diese Bauwerke auch wegen ihrer grofsartigen Verhältnisse, ihrer malerischen Wirkung und ihrer baugeschichtlichen Bedeutung lebhaftes Interesse erwecken und volle Beachtung verdienen, so ist deren Bauweise heute doch als veraltet und zu kostspielig kaum noch von praktischem Interesse.

Die drei von Etzel erbauten, im Jahre 1854 begonnenen Brücken, von denen die Sitterbrücke die bedeutendste ist und auch die schönsten Verhältnisse aufweist, sind von demselben in der Sammlung schweizerischer Thalübergänge eingehend veröffentlicht. Eine Bemerkung in der Förster'schen Bauzeitung, Jahrgang 1856, enthält aufserdem Mittheilungen über die Aufstellung der genannten Brücken. Es sei daher hier nur kurz erwähnt, dafs bei denselben zu den Pfeilern in den Haupttheilen Gufseisen verwendet wurde, welchem Umstande das hohe Gewicht der Pfeiler besonders zuzuschreiben ist. Der eiserne Ueberbau besteht aus Fachwerkträgern mit engmaschigem Netzwerk. Die Gurtungen zeigen den T-Querschnitt, die waagerechten Lamellen sind indessen sehr schmal, weshalb ziemlich starke Bleche und mehrfache Lagen übereinander angewendet sind.

Die Lamellen sind an den Stöfsen zusammengeschweifst, sodafs die heut übliche Stofsverbindung durch Deckplatten nicht vorkommt. Die Fahrbahn besteht, wie bei der gröfsten Zahl der aus jener Zeit stammenden Brücken aus hölzernen, kräftigen Langschwellen, welche auf den eisernen Querträgern ruhen und unmittelbar die Schienen tragen.

Der eiserne Ueberbau wie die Pfeiler haben sich bis jetzt gut gehalten und zu namhaften Reparaturen keine Veranlassung gegeben, dagegen wurden im Sommer des Jahres 1882 die hölzernen Langschwellen durch eiserne ersetzt, auf welche nunmehr hölzerne Querschwellen zur Unterstützung der Schienen gelegt sind. Die während des Betriebs vorzunehmende Auswechselung ist auf der rund 164 m langen Sitterbrücke binnen drei Stunden bewirkt worden. Noch ist zu bemerken, dafs hinter der Brücke die Bahn in ziemlich starkem Gefälle liegt, was vermuthlich Veranlassung zu Bewegungen der Träger in der Längsachse gegeben hat, die sich in einer theilweisen Zerstörung des Mauerwerks äufserten.

Die gemauerten Widerlager der Brücke haben sich verhältnifsmäfsig schlechter gehalten als die Eisenconstruction. Die Abdeckung der Gewölbe ist undicht geworden und hat zu erheblichen Erneuerungen Veranlassung gegeben, andererseits ist auch das Mauerwerk an den Aufsenseiten der Pfeiler stark verwittert und theilweis ausgebrochen, sodafs die Auswechselung ganzer Steine vorgenommen werden mufste.

Die Eisenbahnbrücke über die Saane bei Freiburg, das bedeutendste Brücken-Bauwerk der Schweiz, 1857 bis 1862 erbaut, ist von dem schweizerischen Ingenieur und Architekten-Verein in Zeichnungen (Verlag Meyer und Zeller in Zürich) ausführlich veröffentlicht worden, während Mittheilungen über die Baugeschichte, die wichtigsten Daten, Abmessungen u. s. w., nach amtlichen Quellen zusammengestellt, in „Les chemins de fer de la suisse occidentale par J. Meyer. Lausanne 1878. Georges Bridel pag. 40“ enthalten sind. Da aufserdem dieses grofsartige Bauwerk selbst in aufsertechnischen Kreisen sehr bekannt ist, so sollen hier nur die wichtigsten Angaben darüber in der nachstehenden, dem Werke „Ržiha, Eisenbahn-Unter- und Ober-Bau“ entnommenen Tabelle aufgeführt werden.

	Benennung	Baubeginn	Zahl der Geleise	Länge des Viaducts	Gröfste Höhe	Gröfste Spannweite	Zahl der Pfeiler	Maximalhöhe der eisernen Pfeiler	Pfeiler-Querschnitt oben breit	Pfeiler-Querschnitt oben lang	Pfeiler-Querschnitt unten breit	Pfeiler-Querschnitt unten lang	Durchmesser der Säulen m	Schmiedeeisen pr. m Pfeilerhöhe	Gufseisen pro m Pfeilerhöhe	Summa kg
1	Sitterbrücke	1854	1	163,6	62,4	38,4	3	47,79	3,5	4,85	5,50	10,50	—	2561	6400	8961
2	Thurbrücke	1854	1	—	—	33,6	3	14,67	—	—	—	—	—	314	4745	5059
3	Glattbrücke	1854	1	—	—	36,0	2	23,64	—	—	—	—	—	113	5138	5251
4	Saanebrücke	1857	2	382,64	78,72	$2\times44{,}9$ $5\times48{,}8$	6	43,23	4,18	6,27	6,2	10,0	0,24	2500	5020	7520

Aus derselben ist ersichtlich, zu welchen erheblichen Pfeilergewichten die Anwendung des Gufseisens geführt hat.

Constructionsänderungen oder erhebliche Reparaturen sind übrigens, soweit bekannt, mit Ausnahme des Ersatzes der hölzernen Langschwellen durch eiserne, auch bei dieser Brücke bis jetzt nicht erforderlich gewesen.

Gröfseres Interesse als die erwähnten Bauwerke beanspruchen die neueren Ausführungen, von denen bis jetzt nur wenig in die Oeffentlichkeit gelangt ist, obwohl dieselben sehr bedeutende Viaducte aufweisen. Es sind dies:

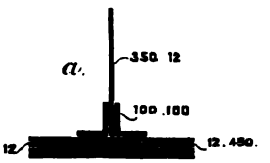
1) der Guggenlochviaduct bei Lütisburg auf der Strecke Wyl-Ebnat,
2) die Thurbrücke bei Ossingen,
3) die Reussbrücke bei Mellingen,
4) die Rheinbrücke bei Stein,

sämmtlich mit schmiedeeisernen Thurmpfeilern.

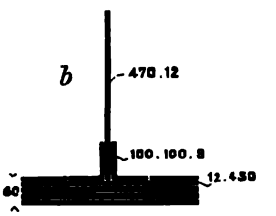
Guggenloch-Viaduct.

Der Guggenloch-Viaduct bei Lütisburg, von Gubser entworfen und im Jahre 1869/70 von demselben erbaut, überschreitet das Thal in einer Höhe von rund 54 m über dessen Sohle und besitzt eine Mittelöffnung von 57,33 m, sowie zwei Seitenöffnungen von je 47,235 m Stützweite.

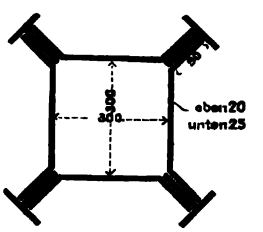
Die beiden für das Bedürfnifs einer eingeleisigen Bahn in einer Entfernung von 3,45 m angeordneten, 4,95 m hohen Hauptträger sind continuirliche Fachwerksträger mit sechsfachem Netzwerk.



Die Gurtungen sind im mittleren Theil der Oeffnungen nach der nebenstehenden Zeichnung *a*, über den Pfeilern jedoch, entsprechend dem gröfseren Moment daselbst, nach der Zeichnung *b* zusammengesetzt. Die gedrückten Gitterstäbe bestehen aus ⊏-Eisen, die gezogenen aus Flacheisen. Erstere greifen aufsen, letztere innen am Stehblech an. Auf den oberen Gurten ruhen in Abständen von 1,47 m entsprechend der Maschentheilung I-Träger, welche hölzerne Langschwellen*) zur Befestigung der Schienen tragen. Kräftige Kreuzverbindungen der beiden Hauptträger aus ⊏-Eisen sind unter jedem dritten Querträger angebracht. Ueber den Widerlagern und Pfeilern sind dieselben noch besonders verstärkt, wie dies aus den Zeichnungen auf Blatt 12 ersichtlich ist. Bewegliche Auflager sind nur auf den beiden Widerlagspfeilern angeordnet.



Das Beachtenswertheste an dem Bauwerke sind unstreitig die eisernen Pfeiler. Die Höhe derselben beträgt von Oberkante der gemauerten Sockel bis Unterkante Träger 30,3 m. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, besteht jeder Pfeiler aus vier Röhren, deren innerer hohler Raum 300 mm im Geviert mifst. Jede Pfeilerröhre ist in sehr eigenartiger und praktischer Weise aus vier Profileisen nach nebenstehender Zeichnung gebildet, deren Flansche die Stege von T-Eisen umfassen. Die ⊏-Eisen haben unten 25, oben 20 mm Stärke. Der so gebildete Querschnitt hat zwar den einen Nachtheil, dafs er eine besondere, allgemein übliche Walzform voraussetzt, bietet aber andererseits den grofsen Vortheil eines sehr leichten und bequemen Anschlusses der waagerechten und lothrechten Kreuzverbände und verleiht dem Pfeiler infolge Schattenwirkung der vorspringenden Flansche ein sehr gefälliges Aussehen.



Die Stöfse der ⊏-Eisen sind sämtlich gegeneinander um die halbe Felderhöhe versetzt, abwechselnd an den Knotenpunkten und in der Mitte der Felder angeordnet und durch starke Bleche gedeckt. Die Verbindung der die Röhren bildenden Formeisen ist nicht durch Niete, sondern durch Schrauben hergestellt.

---

*) Dieselben sind inzwischen durch eiserne Längsträger mit darauf ruhenden hölzernen Querschwellen ersetzt.

Die Theilung der Verticalfelder beträgt 2,85 m. Die Art des Anschlusses der Horizontalen und Diagonalen, des in jedem Felde angeordneten waagerechten Kreuzverbandes, sowie die Querschnitte dieser Verbandtheile gehen aus den Zeichnungen deutlich hervor.

Um ein etwa erforderliches Anziehen einzelner Streben vornehmen zu können bezw. zur Erleichterung der Aufstellung sind dieselben, und zwar die waagerechten wie die lothrechten, nicht fest vernietet oder verschraubt, sondern mit Keilverbindungen nach der auf Blatt 12 dargestellten Zeichnung versehen. Nach einer Mittheilung des die jährlichen Brückenuntersuchungen ausführenden Beamten sind übrigens diese Verbindungen bis jetzt vollkommen fest und entsprechen ihrer Bestimmung zur vollsten Zufriedenheit. Ebenso haben sich Mängel an den übrigen Constructionstheilen nicht gezeigt. Selbst ein theilweiser Ersatz von Nieten oder Schrauben ist noch nicht erforderlich geworden.

Am oberen Ende der Pfeilerröhren sind auf denselben unter den Hauptbrückenträgern zwei 0,6 m hohe Kastenträger aufgenietet, welche mit einander durch zwei kurze Blechträger verbunden sind, und deren obere Gurtungsplatten mit den aufgenieteten Flacheisen das Gleitlager der Träger bilden. Diese Kastenträger ragen knaggenartig über die Pfeiler hinaus und bringen so die Vermittlung zwischen Stütze und Träger auch in künstlerischer Beziehung vollkommen gelungen zum Ausdruck. Am unteren Ende setzen sich die hier durch verhältnifsmäfsig leicht gebildete Gitterträger mit einander verbundenen vier Röhren stumpf auf passend construirte, kräftige gufseiserne Lagerstühle, mit welchen sie aufserdem durch Stofsplatten und Schrauben befestigt sind. Die Auflagerstühle sind ihrerseits durch 60 mm starke Schrauben mit dem Mauerwerk der Sockel verankert. Die gemauerten Pfeilersockel sind aus sehr gutem Material vortrefflich ausgeführt, der Sparsamkeit wegen in der Mitte hohl gelassen und behufs Ableitung des Tagewassers mit Schlitzen im Mauerwerk versehen.

Das stolz schauende Bauwerk athmet Originalität, ist in allen Theilen vorzüglich durchgeführt und zeichnet sich namentlich noch durch sehr glücklich gewählte Verhältnisse aus, sodafs dasselbe unzweifelhaft den bedeutendsten schweizerischen Ingenieurbauwerken zugerechnet werden mufs.

Das Gewicht der beiden schmiedeeisernen Pfeiler hat 156,012 t oder auf das steigende Meter etwa 2,5 t, dasjenige des Ueberbaues 270,07 t betragen.

Das Gewicht der Pfeiler ist daher ganz erheblich geringer als das aller vorher in der Schweiz ausgeführten Pfeiler von ähnlichen Abmessungen, und würde sich noch geringer gestellt haben, wenn die zulässige Beanspruchung, welche nur zu 400 kg auf das qcm angenommen ist, (vgl. Vortrag von Gubser im Züricherischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 28. März 1877. Eisenb. 1877 Bd. VI, S. 119), etwas höher gegriffen worden wäre. Ueber die der Berechnung aufserdem zu Grunde liegenden Annahmen war leider Genaues nicht zu erfahren.

Die Kosten des Eisenwerks haben nach einer Mittheilung des Herrn Ingenieur Bösch an 350 Frcs. pro Tonne, diejenigen des Mauerwerks, a) des linken Widerlagers 17 588 Frcs., b) des rechten Widerlagers 19 420 Frcs., c) des linken Mittelpfeilers 50 140 Frcs., d) des rechten Mittelpfeilers 33 180 Frcs. betragen.

Thurbrücke bei Ossingen.

Die Thurbrücke bei Ossingen ist zwar schon in der „Eisenbahn", Jahrgang 1874 u. 1875, vgl. Eisenbahn 1874, Seite 12 und 1875 Band III, Seite 153, beschrieben, woselbst auch Skizzen der Construction mitgetheilt sind, der Vollständigkeit halber sollen indessen hier die wichtigsten Angaben kurz wiederholt, und Einiges in den bezüglichen Quellen Fehlende hinzugefügt werden, während auf Blatt 14 eine Ansicht des bedeutenden Bauwerks mitgetheilt ist.

Die Thurbrücke, in den Jahren 1873—75 für die damalige Nationalbahn erbaut, ist nächst der Saanebrücke bei Freiburg die bedeutendste Brücke der Schweiz. Sie überschreitet das Thal in einer Höhe von 45 m über dessen Sohle und besitzt fünf Oeffnungen, von denen die drei mittleren je 72 m, die Endöffnungen je 57 m Stützweite haben. Die beiden für das Bedürfnifs einer eingeleisigen Bahn in 4,4 m Entfernung angeordneten Hauptträger bestehen aus continuirlichen Fachwerkträgern von 7 m Höhe mit engmaschigem (achtfachen) Netzwerk, welche so angeordnet sind, dafs die drei relativ gröfsten Maximalwerthe der Spannungsmomente einander gleich werden. Zu diesem Zweck ist eine Senkung der Mittelstützen, bezw. eine Ueberhöhung der Hauptträger ausgeführt worden, welche bei den beiden mittelsten Stützen das Mafs von 441 mm, bei den beiden äufseren Stützen das Mafs von 259 mm erreicht. Für die Berechnung wurde ein Eigengewicht des eisernen Ueberbaues von 600 000 kg oder von 1805 kg auf das lfd. m und von 445 kg für Brückenbelag und Oberbau, zusammen also von 2250 kg auf das lfd. m, und eine mobile Belastung von 4000 kg auf das lfd. m Fahrbahn angenommen. Hieraus wurden die drei relativ gröfsten Maximalwerthe der Spannungsmomente über der ersten, über der zweiten Mittelstütze und für die Mitte des dritten Feldes berechnet, und durch Gleichsetzung der erhaltenen Werthe die erforderlichen Senkungen der Mittelstützen ermittelt.

Im Allgemeinen ist hierbei zu bemerken, dafs durch eine Senkung der Mittelstützen eine Materialersparnifs nur bei continuirlichen Trägern mit sich gleichbleibendem Querschnitt, nicht aber bei solchen mit veränderlichem Querschnitt zu erreichen ist.

Die unter Zugrundelegung einer Maximalbeanspruchung von 800 kg für das qcm bemessenen Gurtungen bestehen aus je zwei stetig durchlaufenden Stehblechen von 400×9 mm, aus je zwei Gurtungswinkeln von $100 \cdot 100 \cdot 13$ mm und aus ein bis vier Lagen waagerechter Gurtungskopfplatten von 400×9 mm Querschnitt.

Die Gitterstäbe sind sämtlich aus ⊥-Eisen gebildet und greifen unmittelbar an dem Stehblech der Gurtungen an.

Zur Unterstützung der Fahrbahn sind in Entfernungen von 3,5 m, welches Mafs über den Mittelpfeilern auf 1,75 m ermäfsigt ist, Querträger angeordnet, an welche die 1,8 m von einander entfernten Schwellenträger in üblicher Weise befestigt sind. Die Querträger sind auffallenderweise nicht auf den oberen Gurtungen oder am Stehblech derselben, sondern etwa 1 m unterhalb derselben zwischen Verticalen befestigt. Um aber letztere an den Gitterstäben aus ⊥-Eisen vorbeiführen zu können, haben dieselben entsprechend gebogen werden müssen.

Die ganze Querverbindung, einschliefslich der Anordnung der waagerechten Verbände, ist daher nichts weniger als mustergiltig und kann wohl nur aus dem Bestreben hervorgegangen sein, bei Entgleisungen durch die über die Fahrbahn emporragenden Gurtungen der Hauptträger die Fahrzeuge gegen das Herabfallen aus der bedeutenden Höhe zu schützen.

Weit bemerkenswerther als die im ganzen nicht sehr glücklich behandelte Construction des eisernen Ueberbaues ist diejenige der vier schmiedeeisernen Mittelpfeiler.

Diese, 24,5 m hoch auf steinernem Unterbau sich erhebend, bestehen aus je vier röhrenförmigen Ständern, welche mit einander durch senkrechte und waagerechte Kreuze aus T-Eisen verbunden sind. Die Röhren sind aus je 13, etwa 2 m langen cylindrischen Theilen von 0,55 m Durchmesser zusammengesetzt, welche aus 13 bis 17 mm starkem, warm gebogenen Kesselblech bestehen, dessen Stofsfugen durch innen angebrachte Laschen gedeckt sind. An den Enden jedes Theiles sind gebogene zusammengeschweifste Winkeleisen angenietet, mittels welcher durch Schrauben die Verbindung der einzelnen Röhrentheile erfolgt.

Oben tragen die im Innern mit Steigeleitern versehenen Ständer zwei die Auflager des Ueberbaues unterstützende Kastenträger. Unten sind die einzelnen Ständer mit Ankerschrauben in dem Mauerwerk der Sockel befestigt. Letzteres ist auf Beton fundirt und besitzt einen überwölbten Mittelraum, von welchem aus die Ankerschrauben erreicht werden können.

Die Auflager des Ueberbaues sind als Kipplager ausgebildet, deren Unterstühle bei den beweglichen Auflagern auf Stahlpendeln ruhen. Einer der Mittelpfeiler trägt ein festes Auflager.

Nach den in der „Eisenbahn“ enthaltenen Angaben beträgt das Gewicht der eisernen Pfeiler 180 tons oder auf das lfd. m desselben 1837 kg, dasjenige des eisernen Ueberbaues 700 tons oder auf das lfd. m 2121 kg, ist verhältnifsmäfsig also nicht sehr erheblich. Die Kosten haben betragen

a)	für die Eisenconstruction	610 000 Frcs.
b)	für den Unterbau	550 000 „
	zusammen	1 160 000 Frcs.

Am 6. Juli 1875 wurde die Belastungsprobe mit einem aus sieben Tendermaschinen und einem Kohlenwagen bestehenden Zuge im Gesamtgewicht von 285 tons vorgenommen. Die speciellen Resultate sind in der „Eisenbahn“ 1875, Bd. III, S. 30 veröffentlicht. Im allgemeinen haben die Pfeiler eine bleibende Einsenkung von 3 mm und eine elastische von 5 mm, der eiserne Ueberbau nach Abzug der Senkung der eisernen Pfeiler eine bleibende von 3 mm und eine elastische von 26 mm, also von etwa $^1/_{2500}$ der Stützweite gezeigt. Die Senkungen der Pfeiler sind zwar in vorliegendem Beispiel nicht sehr erheblich, können aber bei gröfserer Höhe der Pfeiler, wo aufserdem die Temperatureinflüsse sehr zunehmen, so bedeutend werden, dafs die Inanspruchnahme der continuirlichen Hauptträger wesentlich erhöht wird. Mit Rücksicht hierauf dürfte die Anordnung von continuirlichen Trägern auf hohen eisernen Pfeilern besondere Vorsicht erfordern.

Reufsbrücke bei Mellingen.

Die Reufsbrücke bei Mellingen ist im Jahre 1877 von der Firma Ott & Cie. in Bern erbaut und von den Ingenieuren Probst und Röhtlisberger construirt.

Da dieses Bauwerk von den erwähnten vier grofsen Viaducten mit schmiedeeisernen Pfeilern die gröfste Pfeilerhöhe hat, auch, soweit bekannt, eingehender noch nicht veröffentlicht ist, so sind auf Blatt 13 dessen wichtigste Theile theils nach eigener Aufnahme, theils nach Zeichnungen, welche mir von den genannten Herren Ingenieuren freundlichst zur Verfügung gestellt wurden, dargestellt. Hierzu wäre Folgendes noch erläuternd zu bemerken: Die Brücke hat drei Oeffnungen von 50, 60 und 50 m Spannweite, welche mit continuirlichen Trägern überspannt sind, aufserdem noch eine Oeffnung von 30 m Weite. Die beiden höchsten Mittelpfeiler sind als schmiedeeiserne Gitterpfeiler construirt, welche auf gemauerten Unterbauten ruhen, die übrigen Pfeiler dagegen sind aus sehr gutem Mauerwerk hergestellt. Die für eine eingeleisige Bahn eingerichtete Fahrbahn liegt etwa 46 m über Mittelwasser und wird von zwei Hauptträgern getragen, welche zweitheiliges Netzwerk ohne Verticalen zeigen. Die Feldtheilung der Träger mifst 5 m, die Höhe derjenigen der drei Hauptöffnungen ebenfalls 5 m. Im übrigen gehen die Abmessungen und Querschnitte der Gurtungen, der Zug- und Druckstreben aus der Zeichnung hervor. Die Höhe des Stehblechs beträgt 500 mm. Da jedoch diese Höhe in den Endständern sowie in den drei ersten Feldern zu beiden Seiten der Mittelstützen nicht genügt, um die zum Anschlufs der Streben erforderlichen Nieten anzubringen, so sind daselbst 2 m lange höhere Zwischenstücke eingesetzt und mit den anschliefsenden normalen Stehblechen durch Laschen verbunden.

Eigenthümlich ist die Anordnung der Quer- und Längsträger. Erstere sind Blechträger, deren Blechwand im mittleren Theile des Trägers jedoch durch ein Gitterwerk ersetzt ist. Die obere Gurtung besteht aus zwei ⌶-Eisen von 106/66 mm, welche über die obere Gurtung der Hauptträger hinwegreichen und auf denselben durch Schrauben befestigt sind, sowie aus einer über dem mittleren Theil angeordneten Lamelle von 160/12 mm Stärke und 2,53 m Länge.

Die untere Gurtung der Querträger bilden ⌶-Eisen von 175/72 mm Stärke.

Die Blechwand der Querträger ist in üblicher Weise mittels Winkeleisen an das Stehblech der Hauptträger bezw. an die Verticalen über den Widerlagern und Pfeilern angeschlossen. Die sämtlichen Längs-Schwellenträger sind vollwandige Blechträger und laufen continuirlich über die drei Hauptöffnungen durch, indem die Blechwandstöfse 1 m aufserhalb der Querträger und die gegen einander versetzten Stöfse der Gurtungswinkel in der Nähe derselben liegen. Die Blechwand der Querträger ist, wie aus der Zeichnung auf Blatt 37 ersichtlich, so ausgeschnitten, dafs die Längsträger ungehindert hindurchgehen und mittels Winkeleisen noch an erstere befestigt werden können. Im übrigen ruhen die Längsträger auf den, wie erwähnt, zu diesem Zweck besonders kräftig hergerichteten unteren Gurtungen der Querträger, mit welchen sie ebenso wie mit den oberen durch Schrauben verbunden sind. Es hat diese Construction eine gewisse Aehnlichkeit mit derjenigen, welche die Brücken mit Warrenträgern bei Wohl-

hausen und Mönchenstein zeigen. Wenn dieselbe auch hier kräftiger ist, kann sie doch, da die Befestigung an die Querträger mit Rücksicht auf die sich entwickelnden bedeutenden Spannungen keine besonders solide ist, nicht als sehr zweckmäfsig bezeichnet werden. Uebrigens sind die Nachtheile dieser Constructionen von den betreffenden Ingenieuren wohl erkannt und auch bei den neueren von denselben hergestellten Brücken durchgängig vermieden, indem bei diesen vollwandige Querträger angewendet werden, an welche sich die Längsträger in der auch bei uns üblichen Weise anschliefsen. In der Ebene der Querträger sind die unteren Gurtungen der Hauptträger ebenfalls verbunden und zwar in den Mittelfeldern durch leichte Gitterträger, über den Pfeilern und Widerlagern durch 300 mm hohe volle Blechträger.

Die Anordnung der Verticalkreuze und der beiden Horizontalverbände geht aus der Zeichnung auf Blatt 13 hervor, ebenso wie die der Auflager, welche als Zapfenkipplager construirt sind, deren Unterstühle bei den beweglichen auf 3 Rollen bezw. 7 Pendeln ruhen. Erstere sind auf den Widerlagern, letztere auf den Mittelpfeiler angewendet.

Die Construction der schmiedeeisernen Pfeiler, welche sich durch ansprechende Verhältnisse vortheilhaft auszeichnen, ist der bei der Thur-Brücke bei Ossingen angewendeten sehr ähnlich. Die Pfeiler sind von der Unterkante ihres Auflagers auf dem Mauerwerk bis zum Auflager der Träger 32,7 m hoch und bestehen aus vier röhrenförmigen Säulen von 600 mm äufserem Durchmesser, welche ein Rechteck, oben von 4,5 zu 2,25 m und unten von 9,5 zu 4,75 m bilden. Die Röhren sind, wie jene bei der Ossinger Brücke aus einzelnen Trommeln zusammengesetzt, welche mit den horizontalen Flanschen der die Enden einfassenden Winkeleisen auf einander ruhen und befestigt sind.

Der Höhe nach sind die Pfeiler in 6 Abtheilungen getheilt. Sämtliche Streben, sowohl des Pfeilergitterwerks als der horizontalen Kreuzverbände, welche letztere in jeder Höhenabtheilung angeordnet sind, bestehen aus Formeisen, deren Abmessungen aus den Skizzen auf Blatt 13 hervorgehen. Die unteren Pfeilerenden werden durch 800 mm hohe Gitterträger mit einander verbunden, während an den oberen ausgerundete und mit Winkeleisen umsäumte Versteifungsbleche angeordnet sind. Zur Aufnahme der Lager der Hauptträger dienen kräftige an den Enden geschlossene und auf den Röhren befestigte Kastenträger; betreffs der Anordnung der Lager auf dem Pfeiler selbst, sowie derjenigen der Verankerung der röhrenförmigen Säulen mit dem Grundmauerwerk ist zu den Zeichnungen noch zu bemerken, dafs sowohl die unteren Enden der Ankerschrauben, wie auch das Innere der eisernen Säulen ziemlich bequem zugänglich sind. Die in letzteren zu diesem Zweck angeordneten Steigeisen steifen gleichzeitig den Röhrenquerschnitt aus.

Rheinbrücke bei Stein.

Die Rheinbrücke bei Stein, bezw. bei Hemmishofen, Station der Bahnlinie Etzweilen-Singen, deren Bauausführung sich zwar schon in der „Eisenbahn“ Jahrgang 1875 Band III, indessen ohne Beifügung von Zeichnungen beschrieben findet, ist auf

Blatt 14 in ihren wesentlichsten Theilen unter theilweiser Benutzung der von Herrn Professor Dr. Winkler freundlichst überlassenen Detailzeichnungen dargestellt.

Die Brücke überschreitet den Rhein in einer Höhe von 29,5 m über dessen Sohle und besitzt vier Oeffnungen von bezw. 57,1 — 70 — 70 — 57,1 m Stützweite, welche durch zwei in 4,5 m Abstand von einander angeordnete continuirliche Paralleltträger mit zweitheiligem Netzwerk überspannt werden.

Die Träger der beiden mittleren Oeffnungen zeigen je 11, die der Seitenöffnungen je 9 Felder von 6,35 m Weite, während die Trägerhöhe 6,51 m zwischen den Gurtungsdeckplatten beträgt.

Die Gurtungen der Hauptträger haben T förmigen Querschnitt und bestehen aus einem Stehblech von 500 × 12 mm, zwei Winkeln von 100 × 100 × 12 mm und einer bis vier Deckplatten von 450 × 12 mm Stärke.

Die am stärksten beanspruchten Druckstreben haben ⊐|⊏ förmigen, die übrigen ⊐⊏ förmigen Querschnitt, zwischen dessen Hälften die gezogenen Diagonalen hindurchreichen. Letztere bestehen aus drei zusammengenieteten Flacheisen, von 250 bis 350 mm Breite und 8 bis 12 mm Stärke, von denen die beiden äufseren unmittelbar an dem Stehblech eingreifen, während behufs Anschlusses des mittleren Decklaschen angebracht sind. In den Feldern, in welchen Druck- und Zugspannungen in den Diagonalen wechseln, sind letztere sämtlich nach ⊐⊏ förmigem Querschnitt gestaltet und am Kreuzungspunkt durch Kartenbleche verbunden.

Die Druckdiagonalen greifen ebenfalls zu beiden Seiten des Stehblechs an. Die Verticalen, hauptsächlich zum Anschlufs der Querträger und des verticalen Querverbandes angeordnet, bestehen aus je zwei Winkeleisen von 80 × 80 × 12 mm Stärke. Die über den Mittelpfeilern und Auflagern befindlichen Verticalen haben selbstverständlich erheblich stärkeren Querschnitt erhalten.

Quer- und Schwellenträger sind volle Blechträger, deren Construction ebenso wie diejenige der Quer- und der Horizontalverbände, welche letztere an der unteren Gurtung und unterhalb der Querträger angeordnet sind, zu besonderen Bemerkungen keinen Anlafs giebt.

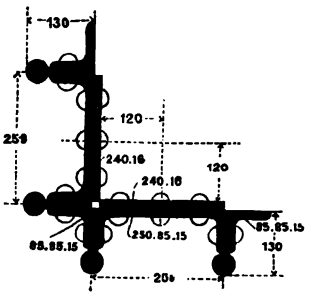
Die Auflager sind auf dem mittelsten Pfeiler als feste, auf den übrigen Pfeilern als bewegliche Kipplager construirt. Letztere ruhen bei den Mittelpfeilern auf 7, bei den Widerlagern auf 4 Stahlpendeln von 200 mm Höhe.

Von den drei eisernen Pfeilern besteht jeder, wie die der bereits beschriebenen Viaducte, aus vier Ständern, welche unten auf einem gemauerten Sockel ruhen und oben unter Vermittlung kräftiger kastenförmiger Träger die Auflager der Hauptträger unterstützen. Die Pfeiler sind oben 1,73 m breit, 4,5 m lang, unten 4 m breit und 9 m lang. Die Neigung der Ständer beträgt hiernach etwa 1 : 7 in der Richtung der Brückenachsen und 1 : 3,4 in der hierzu senkrechten Richtung, während die bezüglichen Neigungen bei der Thurbrücke bei Ossingen 1 : 16 und 1 : 12

„ „ Reufsbrücke bei Mellingen 1 : 13 und 1 : 7

sind. Hierdurch erklärt es sich, dafs die Pfeiler der Rheinbrücke gegen die der bereits erwähnten Bauwerke etwas plump erscheinen. Der Querschnitt der einzelnen Ständer

ist, abweichend von den bereits beschriebenen, nicht der einer runden oder rechteckigen hohlen Säule, sondern zeigt die untenstehende Form, welche vermuthlich mit Rücksicht auf bequemeren Anschluſs der Horizontal- und Verticalverbände der einzelnen Felder gewählt wurden. Jeder Pfeiler ist der Höhe nach in vier Felder à 3,596 m getheilt, innerhalb welcher Horizontal- und Verticalkreuze aus kräftigem ⊥-Eisen angeordnet sind. In der zur Brückenachse senkrechten Richtung sind die bezüglichen Felder mit Rücksicht auf die erhebliche Länge des Pfeilers durch verticale ⊥-Eisen nochmals getheilt. Wie aus der Zeichnung ersichtlich, sind die Ständer unten durch kleine Gitterträger verbunden und mit entsprechend geformten gufseisernen Auflagerstühlen verschraubt, welche ihrerseits durch je vier leicht zugängliche Fundamentschrauben von 3 m Länge mit dem Mauerwerk verankert sind. Alle weiteren Details gehen aus der Zeichnung hervor.



Nach einer Angabe in der „Eisenbahn“, Jahrgang 1875, ist die Berechnung der Eisenconstruction unter der Annahme einer mobilen Belastung von 4000 kg pro lfd. m und einer Maximalbeanspruchung von 800 kg auf das qcm in den Hauptträgern, bezw. 600 kg in den Quer- und Schwellenträgern erfolgt.

Die gesamte Eisenconstruction ist von der Firma Cail & Co. in Paris ausgeführt, die Kosten haben nach den in der „Eisenbahn“, Jahrg. 1875 S. 164 enthaltenen Angaben betragen:

a)	für die Eisenconstruction incl. Einfuhrzoll	357 900 Frcs.
b)	für den Unterbau	530 000 „
	zusammen	887 900 Frcs.

Was die massiven Unterbauten und die Landpfeiler anlangt, so ist zu den bez. Skizzen nur noch zu bemerken, dafs für die Fundirung eine Betonschüttung angewendet ist, welche bei ersteren auf eingerammten Pfählen ruht.

Bemerkenswerth ist ferner noch die Construction der Flügel der Landpfeiler, welche, ähnlich der bei der Thurbrücke angewendeten, darin besteht, dafs die Flügel nicht bis zum Fundament, sondern nur soweit hinabreichen, als sie von den Anschlufskegeln nicht bedeckt werden. Ihr Auflager finden sie hier auf je zwei I Trägern von 400 mm Höhe und 6 m Länge, welche etwa 2,5 m aus dem Pfeiler, in welchem sie eingemauert sind, herausragen. Bei schwieriger Fundirung oder bei sehr hohen Pfeilern können durch eine derartige Construction allerdings nennenswerthe Ersparnisse erzielt werden.

Eine Zusammenstellung der Hauptdimensionen und Gewichte der beschriebenen vier gröfseren Eisenbahn-Brücken mit schmiedeeisernen Pfeilern ergiebt folgende Tabelle:

Zusammenstellung der Haupt-Abmessungen und Gewichte der beschriebenen Bauwerke.

		Baubeginn	Zahl der Geleise	Länge des Viaductes	Höhe: Grösste Höhe	Grösste Spannweite	Zahl der eisernen Pfeiler	Grösste Höhe der eisernen Pfeiler	Anzahl der Säulen eines Pfeilers	Pfeiler-Querschnitt oben: breit	Pfeiler-Querschnitt oben: lang	Pfeiler-Querschnitt unten: breit	Pfeiler-Querschnitt unten: lang	Maſs der Höhenabtheilungen	Durchmesser der Säulen	Schmiedeeisen eines m Pfeilerhöhe	Gewicht d. Pfeiler zusammen	Gewicht des Ueberbaues	Gesamtgewicht d. Pfeiler eines qm Ansichtsfläche
					m	m		m		m	m	m	m	m	m	kg	t	t	
1	Guggenloch-Viaduct . .	1869	1	151,80	54	57,88	2	30,8	4	1,9	3,8	3,5	6,8	2,85 i. M.	0,8	2500	156,012	270,07	30,8
2	Thur-Brücke Ossingen .	1874	1	331	45	72,0	4	24,5	4	2,5	4,4	4,0	6,4	3,60	0,55	1837	180,0	700,0	28,0
3	Rhein-Brücke Stein . .	1874	1	254,2	29,5	70,0	3	15,17	4	1,73	4,5	4,0	9,0	3,696	0,26 a. 2 S. off.	—	—	—	30,6
4	Reuſs-Brücke Mellingen .	1877	1	190	46	60,0	2	32,7	4	2,25	4,5	4,75	9,5	4,92	0,60	—	—	—	26,8

Vergleicht man diese Tabelle mit derjenigen auf Seite 77 aufgestellten der älteren Constructionen, so ergiebt sich, daſs bei den neueren das Verhältniſs der Höhe der eisernen Pfeiler zu derjenigen der massiven Unterbauten ein gröſseres, daſs ferner die Anzahl der Säulen durchgängig auf vier beschränkt, daſs der Durchmesser der Säulen erheblich gröſser gewählt ist, als bei den älteren Ausführungen, und daſs infolge aller zusammenwirkenden Verbesserungen und namentlich der Vermeidung von Guſseisen das Gewicht eines Meters Pfeilerhöhe eine ganz erheblich verminderte Gröſse zeigt. Bemerkenswerth bleibt auſserdem, daſs das gesamte Eisengewicht der Pfeiler eines Quadratmeters Ansichtsfläche der Brücke bei allen vier Brücken innerhalb der sehr engen Grenzen von 28,0 und 30,8 kg liegt, ein Umstand, auf den a. a. O. schon Herr Professor Dr. Winkler aufmerksam gemacht hat.

Auſser den Eisenbahnbrücken giebt es noch einige kleinere Straſsenbrücken mit schmiedeeisernen Gitterpfeilern, welche jedoch besonderes Interesse nicht bieten. Indessen ist auch bei den drei nachstehend aufgeführten, von der früheren Nationalbahn erbauten Straſsenbrücken das Gesamtgewicht eines qm Ansichtsfläche annähernd dasselbe wie bei den beschriebenen groſsen Brücken:

	Breite	Länge	Höhe der Pfeiler	Gewicht auf 1 qm Ansichtsfläche kg
Brücke bei Metzikow	4,5	19	4,5	27,0
„ „ Klozen .	4,8	32,5	4,8	32,0
„ „ Neufonce	5,4	42	5,4	27,5

C. Bogenbrücken.

a) Eisenbahnbrücken.

Die Zahl der eisernen Bogenbrücken auf den Schweizer Eisenbahnlinien ist eine sehr beschränkte. Es rührt dies einerseits wohl daher, dafs die Hauptlinien älteren Ursprungs sind, andrerseits mögen auch triftige Gründe für Anwendung des Bogens um so weniger vorgelegen haben, als die wichtigste Voraussetzung für Anwendung von Bogenbrücken, nämlich das Vorhandensein natürlicher fester Widerlager, oder doch die Möglichkeit, künstliche ohne grofse Kosten zu schaffen, in vielen Fällen nicht gegeben war, ästhetische Gesichtspunkte bei Anlage von Eisenbahnbrücken aber nur selten für eine bestimmte Construction ausschlaggebend sind, während dieselben bei Strafsenbrücken in neuerer Zeit fast ausschliefslich zur Anwendung des Bogens führen. Auf den in neuer Zeit ausgeführten Strecken sind daher mit Ausnahme derjenigen der Gotthardbahn gröfsere Bogenbrücken nicht errichtet.

Was letztere Bahn anlangt, so sollte man, wie schon erwähnt, annehmen, dafs mit Rücksicht auf das allem Anscheine nach häufige Auftreten natürlicher fester Felswiderlager sowie auf die malerische Lage der zahlreichen Brücken gerade eine häufige Anwendung des Bogens angezeigt erschienen wäre; doch sind hier nur zwei Bogenbrücken ausgeführt, von denen die Rohrbachbrücke bei Wafsen auch nur deshalb eine Bogenconstruction erhalten hat, weil es mit Rücksicht auf die in Rohrbach herabkommenden Lawinen bedenklich schien, eine der bereits beschriebenen, gröfsere Trägerhöhe erfordernde und somit das freie Profil einschränkende Fachwerkträgerconstructionen anzuwenden.

Von gröfseren Eisenbahnbogenbrücken sind hier daher nur drei besonders hervorzuheben:

1. die Aarebrücke bei Olten,
2. die Rohrbachbrücke der Gotthardbahn und
3. die Bogenbrücke der Gotthardbahn bei Lugano.

Aarebrücke bei Olten.

Die Aarebrücke bei Olten, im Jahre 1853 von Étzel erbaut, ist dadurch besonders bemerkenswerth, dafs bei ihr zum ersten Mal ausschliefslich Schmiedeeisen zur Construction von Bogenbrücken verwendet wurde. Dieses interessante Bauwerk, welches heute noch sich bewährt, ist in Étzels Werk so ausführlich dargestellt und auch vielfach so eingehend besprochen, dafs es überflüssig erscheint, hier noch Weiteres über dasselbe anzuführen.

Rohrbachbrücke.

Die Rohrbachbrücke im Zuge der Gotthardbahn bei Wafsen imponirt durch ihre bedeutende Spannweite und die sehr flache Bogenform, trägt aber trotzdem, wie alle Bauwerke der Gotthardbahn, das Gepräge wohlthuender Solidität und Sicherheit an sich.

Die Einzelheiten der Construction sind theils nach den von der Direction der Gotthardbahn freundlichst überlassenen Zeichnungen, theils nach eigenen Aufnahmen auf Blatt 15 dargestellt. Zur Erläuterung der von dem Ingenieur Brack im Entwurf herrührenden Construction sei hier noch Folgendes bemerkt: Die Brücke überspannt das Rohrbachthal mit einem Bogen von 60 m Spannweite. Da die Fahrbahn in einer Steigung von 25 $^0/_{00}$ liegt, ist der Bogen so angeordnet, dafs die Verbindungslinie der beiden Auflagermitten mit der Horizontalen einen Winkel von 1° 25' 55,55" bildet. Die Pfeilhöhe des Bogens beträgt 6 m, also nur $^1/_{10}$ der Spannweite. Die beiden Hauptträger sind in einer Entfernung von 4,5 m von einander angeordnet und als vollwandige Blechträger construirt, deren Höhe im Scheitel 1 m, an den Auflagern 1,40 m zwischen den auf, bezw. unter den Gurtungswinkeln liegenden Lamellen beträgt.

Der Querschnitt besteht aus einem 18 mm starken Verticalblech, den 130 · 130 · 15 mm starken 28,7 kg pro m schweren Gurtungswinkeln und der erforderlichen Anzahl von 12 mm starken, 480 mm breiten Deckplatten, deren an den Auflagern je fünf angewendet sind.

Der Radius der Bogenachse beträgt 78 m.

Da die die Last übertragenden verticalen Pfosten gleichmäfsig in Entfernungen von 2,98 m von einander angeordnet sind, so ist die Länge der einzelnen Bogenfelder eine veränderliche, vom Scheitel nach den Kämpfern hin zunehmende. Für die Einzelconstruction der Stöfse, Knotenpunkte usw. der Hauptträger ist die Niettheilung *(n)* wichtig. Dieselbe ist hier durchweg gleich der Bogenlänge eines Feldes dividirt durch 20, durchschnittlich also 150 mm, wobei n aus den oben erwähnten Gründen in jedem Felde einen anderen Werth annimmt. Die Stehblechstöfse befinden sich an den Knotenpunkten 2, 3, 5, 7, 9. In den Punkten 5, 7 und 9 sind dieselben gedeckt durch Stofsplatten von der Länge $= 2 \cdot (5^1/_2 \cdot n + 50)$ mm und der Dicke von 13 mm für das äufsere, bezw. 15 mm für das innere Blech. Die Deckung der Stöfse an den Punkten 2 und 3 erfolgt durch entsprechende Verlängerung der zur Verstärkung des Auflagerquerschnitts vorgesehenen Platten.

Die Winkeleisenstöfse befinden sich um je $5n + {}^1/_4 n$ rechts und links von den Knotenpunkten 3, 5, 7, 9, 11. Die Lamellenstöfse für die erste und zweite Lamelle beider Gurtungen sind je $2n + {}^1/_4 n$ links und rechts von den Knotenpunkten 4, 6, 8, 10 angeordnet. Die dritte Lamelle der unteren Gurtung ist gestofsen bei den Knotenpunkten 3, 5, 7, 9, 11. Die Decklamellen auf derselben sind $2 \cdot (4n + 50)$ mm lang.

Da es wünschenswerth erschien, die über der oberen Gurtung laufenden, zur Befestigung der Knotenbleche für den Anschlufs der verticalen Pfosten bestimmten Winkeleisen gleichmäfsig durchzuführen, so sind dieselben auf die Decklamellen gelegt und die Zwischenräume zwischen den Enden der letzteren durch Flacheisen von 290/12 mm ausgefüllt. Nur von Knotenpunkt 1 bis 3, wo fünf Lamellen angeordnet sind, mufsten die qu. Winkel über dieselbe hinweggestreckt werden, woraus sich ein Knick derselben bei Knotenpunkt 3 ergab. Im übrigen sind jedoch die Kröpfungen durchweg sorgfältig vermieden.

Die Verticalpfosten bestehen je aus vier ungleichschenkligen Winkeleisen, deren Abmessungen

bei Pfosten 1 131 · 79 · 13 mm
„ „ 2 118 · 79 · 13 „
„ „ 3 105 · 79 · 13 „

betragen, und deren Zusammensetzung aus dem auf Blatt 15 dargestellten Querschnitt des Pfostens Nr. 1 hervorgeht. Die Pfosten sind mit der oberen Gurtung durch ausgerundete Bleche verbunden, welche um je $4n$ über die Knotenpunkte vorstehen. An den letzteren sind die Hauptträger auf der Innenseite durch je zwei Winkeleisen und ein 12 mm starkes Blech kräftig versteift, welches gleichzeitig zum Anschluſs eines, beide Hauptträger verbindenden Gitterträgers, sowie des Horizontalverbandes dient. Letzterer ist nicht in der Ebene der Gurtungen, sondern in derjenigen der Bogenachse angeordnet. Selbstverständlich sind auch hier ausschlieſslich kräftige Profileisen verwendet. Eine weitere Aussteifung des Stehblechs der Hauptträger ist in der Mitte zwischen je zwei Knotenpunkten angebracht. Die Verticalpfosten tragen oben die Querträger, sind durch den oberen, aus einem Blechträger bestehenden Rahmen verbunden und gegeneinander durch kräftige Verticalkreuze abgesteift. Die unteren horizontalen Winkel dieser Querverbindung, welche, da sie unmittelbar auf dem Bogen liegen, ihre regelrechte Gestalt nicht behalten können, sind besonders für die entsprechenden Abmessungen gehobelt.

Die Querträger sind 500 mm hohe vollwandige Blechträger mit horizontalen Lamellen auf den Winkeleisen. — In der Unterfläche der Querträger liegt ein weiterer Horizontalverband ebenfalls aus kräftigen Winkeleisen gebildet.

Form und Anschluſs der Schwellenträger bieten nichts Bemerkenswerthes, zu beachten dagegen ist die Construction der Auflager. Dieselben bestehen im Wesentlichen aus drei Theilen, nämlich dem Schuh S, den Zwischenplatten Z und der Auflagerplatte A. Sämtliche Theile sind aus bestem Martinsstahl hergestellt, und auf allen Seiten sauber gehobelt.

Der zur Aufnahme des vollen Trägerquerschnitts dienende Schuh besteht aus einer 1690 mm langen, 650 mm breiten und 80 mm starken Stahlplatte, auf welcher 50 mm hohe und starke Nasen den zur Aufnahme des Trägers nöthigen Raum einfassen. Da ein genaues Aufliegen der Bogenträgerenden in ihrer ganzen Länge kaum zu erreichen, auch bei Belastungs- und Temperaturänderungen eine ungünstige Beanspruchung der Stehbleche möglich wäre, so sind letztere nur auf eine Länge von 250 mm von den Gurtungswinkeln ab auf dem Schuh fest aufgelagert, während im mittleren Theil zwischen Stehblech und Lagerplatten ein Zwischenraum von 10 mm gelassen ist. Es wird somit der Auflagerdruck wesentlich nur von den Gurtungswinkeln und namentlich von den Lamellen ausgeübt, eine Anordnung, welche in ähnlicher Weise in der Schweiz sich bei fast sämtlichen neueren groſsen Straſsenbrücken mit elastischen Bogen wiederholt. Entsprechend der Druckvertheilung sind unter den Enden der Schuhe zwei Zwischenplatten Z angeordnet, deren Stärke ursprünglich zu 40 mm angenommen war. Diese Platten sind nur von Bedeutung für die Aufstellung

und ersetzen die Stelle der sonst üblichen Keilanordnungen, welche zur Erleichterung der richtigen Zusammenfügung oder zu Richtigstellungen nach erfolgter Inbetriebnahme ausgeführt werden. Die Zwischenplatten ruhen auf einer geschmiedeten stählernen Auflagerplatte von 900 mm Breite, 1903 mm Länge und 130 mm Stärke, welche an ihrem unteren Ende mit einer Nase versehen ist, an welche sich die zur Erhaltung einer richtigen Höhenlage des Bogens dienenden Platten *K* lehnen. Die Auflagerplatte ist in das Mauerwerk eingelassen, auf welchem sie unter Vermittelung von 10 mm starken, aus einer Mischung von 100 Theilen Blei und 1 Theil Zinn bestehenden Zwischenplatte ruht und mit vier Schrauben von 35 mm Durchmesser befestigt ist.

Die Aufstellung erfolgte nun in der Weise, dafs die Auflagerplatte genau versetzt, die Trägerenden in den Schuh gestellt und statt der Zwischenplatten *Z* und der Platten *K* zunächst vorläufig Keile eingelegt wurden, da die genaue Stärke dieser Platten eben erst ermittelt werden mufste. Da ferner höchstens auf eine erforderliche Stärke der Zwischenplatte *Z* von 60 mm und mindestens von 20 mm gerechnet wurde, so war hiermit die Möglichkeit gegeben, die Spannweite gegen die durch Rechnung ermittelte um etwa 40 mm zu vermehren oder zu vermindern, welcher Spielraum bei guter Ausführung für Ausgleichung der unvermeidlichen Arbeits- und Messungsfehler genügt. Ebenso war eine eventuelle Vergröfserung bezw. Verminderung der durch Rechnung auf 35 mm ermittelten Stärke der Platten derart in Aussicht genommen, dafs die geringste Dicke derselben 15 mm betragen sollte, wodurch eine Höhenveränderung der Auflagerpunkte von 20 mm auf- bezw. abwärts ermöglicht war. Nachdem die Brücke mit Ausnahme der Fahrbahn gerichtet und die vorläufig eingelegten Keile angezogen waren, wurde der Bogen probeweise der Wirkung seines Eigengewichts überlassen, wobei er eine Senkung von 7 mm erfuhr. Da nun die Fahrbahn ungefähr ebensoviel wiegt, wie die Bogenconstruction, so war die Durchbiegung der fertigen Brücke ungefähr auf das doppelte Mafs, also auf etwa 14 mm zu veranschlagen. Der Bogen wurde daher um 14 mm gehoben, und zwar in der Mitte durch Schrauben, an den Kämpfern durch die erwähnten Holzkeile. Hierauf wurden genau die Abstände der Auflagerplatte von der Unterfläche des Schuhes an verschiedenen Punkten gemessen, und hiernach die vorher roh gearbeiteten Platten *Z* und *K* genau gehobelt. Alsdann wurde der Bogen einige mm weiter aufgekeilt und, nachdem die Platten eingebracht worden, wieder zurückgelassen.

Nach Fertigstellung der Brücke hat sich nach Mittheilung des Herrn Ingenieur Brack der Bogen fast genau in der beabsichtigten Form eingestellt und bei der nachher mit fünf Maschinen vorgenommenen Probebelastung, wobei jeder Punkt mehrfach beobachtet wurde, haben sich günstigere Durchbiegungsergebnisse gezeigt, als bei allen übrigen Brücken der Gotthardbahn. Die beschriebene Auflagerconstruction hat indessen doch den Mangel, dafs Verschiebungen des Bogens auf den Auflagern leicht eintreten können.*)

*) Thatsächlich ist nachträglich, vermuthlich wegen Eintritts von Bewegungen, eine weitere Befestigung der Auflagertheile durch verankerte gufseiserne Schuhe zur Ausführung gebracht worden.

Das Gesamtgewicht der Eisenconstruction beträgt 224,28 tons.

Die Construction der Widerlager geht aus der Zeichnung hervor und bedarf keiner besonderen Erläuterung.

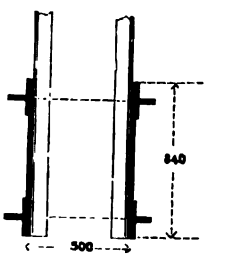
Brücke bei Lugano.

Die Bogenbrücke bei Lugano befindet sich unweit des anmuthig gelegenen Bahnhofes im Zuge der nach Chiasso führenden Bahnlinie. Sie überschreitet die etwa 40 m tiefe Tassinoschlucht mit einem Bogen von 40 m Spannweite unter einem Winkel von 57° und in einer Steigung von 1 : 60. Die gewählte schiefe Construction der Brücke hätte übrigens, da zwingende Gründe für diese Anordnung aus den örtlichen Verhältnissen sich nicht ergeben, zweifellos vermieden werden können.

Die für das Bedürfnifs einer zweigeleisigen Bahn hergestellte Eisenconstruction besteht aus zwei, nur 5,5 m von einander abstehend angeordneten Hauptträgern, den Quer- und Schwellenträgern, sowie den erforderlichen verticalen und horizontalen Kreuzverstrebungen.

Die Hauptträger sind Bogenträger mit versteiften Zwickeln von 40 m Spannweite und einer Pfeilhöhe = etwa $^1/_8$ der letzteren. Jeder Träger ist in 11 Felder von je 3,55 m Weite getheilt. Auffallend ist die grofse Trägerhöhe im Scheitel, welche insofern ungünstig erscheint, als durch dieselbe die von Temperaturwechseln herrührenden Spannungen unnöthig vergröfsert werden. Der eigentliche Bogen hat eine constante Höhe von 840 mm und nebenstehende Querschnittsform von etwa 550 qcm Inhalt; während die obere Gurtung des Trägers

förmigen etwa 330 qcm enthaltenden Querschnitt besitzt.



Pfosten und Streben bestehen aus Gitterträgern, welche zwischen den symmetrischen Hälften der Gurtungsquerschnitte hindurchgeführt und mit diesen unmittelbar vernietet sind.

Eigenthümlich, wenn auch nicht besonders empfehlenswerth, ist die Fahrbahnconstruction. Wie aus den Zeichnungen auf Blatt 16 ersichtlich, sind an den Pfosten unterhalb der oberen Gurtung 1487 mm hohe Querträger mit gegliederter Wand angeordnet, welche die 600 mm hohen Schwellenträger unterstützen. Die Verbindung der letzteren mit den Querträgern könnte solider als geschehen gestaltet sein, auch wäre eine zweckmäfsigere Anordnung der Querconstruction möglich gewesen, welche aufserdem eine Verminderung der erforderlichen Trägerhöhe im Scheitel gestattet hätte.

Die Construction der Quer- und Horizontalverbände wie der Auflager geht aus den Zeichnungen deutlich hervor und bietet nichts besonders Bemerkenswerthes; insbesondere kann die Auflagerconstruction nicht als sehr empfehlenswerth bezeichnet werden.

Die gesamte Eisenconstruction ist von der früheren Firma Gebrüder Decker & Co. in Cannstatt ausgeführt.

b) Strassenbrücken

mit elastischen Bogenträgern kommen in der Schweiz sehr zahlreich vor, darunter einige sehr bemerkenswerthe.

Wegeüberführung der Nordostbahn.

Zunächst sei eine Construction erwähnt, welche sich durch Einfachheit und Leichtigkeit auszeichnet. Dieselbe ist im Bezirk der Nordostbahn für Wegeüberführungen häufig da angewendet worden, wo, wie in Einschnitten, natürliche feste Widerlager vorhanden sind. Sie rührt von dem schon wiederholt erwähnten Oberingenieur R. Moser her und ist auf Blatt 17 dargestellt. Danach besteht sie aus drei Bogenfachwerkträgern von rund 16 m Spannweite und 1,28 m Pfeilhöhe, welche in 1,5 m Entfernung von einander angeordnet sind, und auf ihrer oberen Gurtung unmittelbar den Zorèsbelag tragen. Letzterer ragt 50 cm zu jeder Seite der äufsersten Träger vor und unterstützt die aus Beschotterung bestehende 4 m breite Fahrbahn. Die drei Träger werden aufserdem dreimal durch ⊏-Eisen in der Querrichtung mit einander verbunden.

Für die ganze Eisenconstruction werden nur die auf Blatt 17 dargestellten vier Profileisen verwendet, indem das ⊥-Eisen für Bogen und Streckbaum, das ⊏-Eisen für die Streben, Geländerpfosten und Querverbindungen und die beiden Winkeleisenprofile für die Geländer und den Abschlufs der Schotterbettung bestimmt sind. — Die Construction wiegt nur 9,466 t, ist somit sehr leicht und sieht sehr gefällig aus. Aehnliche Bogenbrücken über einen Bahneinschnitt finden sich auch bei anderen Bahnen, z. B. in Bern dicht an der Ott'schen Fabrik und a. a. O.

Murgbrücke bei Frauenfeld.

Eine andere leichte, gefällige Bogenbrücke, welche sich ebenfalls durch einfache und zweckmäfsige Anordnung auszeichnet, ist die von dem schon mehrfach erwähnten bekannten Ingenieur Gubser construirte und erbaute Murgbrücke bei Frauenfeld im Canton Thurgau, deren wesentlichste Theile auf Blatt 17 dargestellt sind. Dieselbe besteht aus vier versteiften Bogenträgern von 30 m Spannweite und 2,4 m Pfeilhöhe, welche die 6,5 m breite Fahrbahn und die beiderseitigen je 2 m breiten erhöhten Fufswege tragen.

Die Construction ist, wie bei den meisten Brücken der Schweiz, nach Culmann'scher Methode zeichnerisch berechnet und zwar unter der Annahme eines Eigengewichts von 5 t auf 1 m und einer zufälligen Last von 325 hg eines qm. Im vorliegenden Fall ist angenommen, dafs die Gesamt-Last sich gleichmäfsig auf die vier Träger vertheile, was allerdings nicht ganz zutrifft. Unter den erwähnten Voraussetzungen sind die Spannungen eines Trägers ermittelt, welcher die Gesamt-Last aufzunehmen hätte, woraus dann die jedem der vier Träger zufallende Spannung durch einfache Theilung hergeleitet ist.

Streckbaum und Bogen haben T-Querschnitte von 220 bezw. 380 mm Höhe, deren Stehbleche mit Flacheisen von 70 bez. 90/10 mm Stärke besäumt sind. Pfosten und Streben der 2 m weiten Felder bestehen aus je zwei ⌞-Eisen von 70/70 mm

Stärke. Eigenthümlich ist die Anordnung der Querverbindungen. Dicht unterhalb des Streckbaums sind nämlich die aus ⊏-Eisen bestehenden Querträger an die Pfosten angenietet und durch aufrechte Kreuze mit kleineren ⊏-Eisen, welche dicht über dem Stehblech des Bogens an den Pfosten befestigt sind, verbunden. Diese Anordnung ist, wie leicht ersichtlich, sehr einfach, erfordert wenig Material und gestattet, die Streckbäume der mittelsten Bogenträger ohne weiteres als Längsträger zu benutzen. Es sind daher auf die Fahrbahnbreite von 6,5 m nur noch fünf Längsträger aus gewalzten I-Eisen angeordnet, auf welchen der Zorèsbelag und die Beschotterung ruht. Zur Unterstützung der Fufswege dienen 1 m auskragende ⊏-Eisen, welche auf den Streckbäumen der äufsersten Träger liegen, und mit diesen sowie mit den Querträgern und zwar mit letzteren durch Flacheisenbänder befestigt sind.

An den Auflagern sind die Stehbleche durch drei jederseits aufgelegte Bleche verstärkt und nebst den unteren Gurtungstheilen voll auf die Auflagerplatte ohne Vermittelung von Keilen aufgesetzt. Die Auflagerplatten haben 500 mm Breite, 700 mm Höhe und sind mit je vier Schrauben von 25 mm Durchmesser mit dem Mauerwerk befestigt.

Das genaue Gewicht des interessanten Bauwerks war leider nicht in Erfahrung zu bringen, indessen ist anzunehmen, dafs es der überaus leichten Erscheinung entsprechend verhältnifsmäfsig gering ausgefallen ist.

An den übrigen hierher gehörigen Bogenbrücken kleiner und mittlerer Spannweiten, soweit mir dieselben bekannt geworden sind, fand sich nichts Bemerkenswerthes, einige derselben, wie z. B. die Hageneck-Canalbrücke von 54,5 m Weite, sind bereits in Schweizerischen oder Französischen Zeitschriften veröffentlicht. Dagegen sind in neuerer Zeit einige gröfsere, sehr beachtenswerthe Strafsenbrücken mit Bogenträgern ausgeführt, nämlich:

1) die Javrozbrücke im Canton Freiburg,
2) die Schwarzwasserbrücke bei Bern,
3) die Kirchenfeldbrücke in Bern,
4) die beiden Rheinbrücken in Basel,

wozu noch

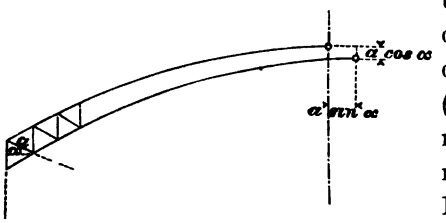
5) die Montblancbrücke in Genf und
6) die Kaibrücke in Zürich treten, von denen die erstere schon älteren Ursprungs ist. Beide sind zwar nicht eigentlich Bogen-, sondern vielmehr Balkenbrücken, welche Träger in Bogenform besitzen, sollen indessen doch hier näher besprochen werden.

1. Die Javrozbrücke,

auf der Strafse von Bulle nach Charmey zum Ersatz der alten hölzernen Bogenhängewerksbrücke, welche bereits bei der Besprechung der Holzbrücken erwähnt wurde, in den Jahren 1878 bis 1880 von der Firma Ott & Co. in Bern nach den Entwürfen der Ingenieure der gen. Firma Probst und Röthlisberger erbaut, ist bereits von Grémaud in der „Eisenbahn“ 1880 beschrieben, jedoch leider nicht ausreichend durch

Zeichnungen erläutert. Obwohl ferner im Jahrgang 1881 des Journal des travaux publics eine etwas eingehendere Darstellung dieses Bauwerks enthalten ist, dürfte es doch der Vollständigkeit halber, sowie mit Rücksicht auf die geringe Verbreitung dieser Zeitschriften in deutschen Fachkreisen nicht überflüssig sein, einige kurze Angaben über das Bauwerk hier beizufügen.

Die Brücke überspannt das Thal mit einem Bogen von 85,786 m Stützweite, an welchen sich auf der einen Seite noch sechs kleinere überwölbte Oeffnungen von 5,467 m Lichtweite anschliefsen. Letztere sind hauptsächlich deshalb angeordnet, weil es geboten war, die Strafse in einer scharfen Krümmung an die alte Strafse heranzuführen. Der mit einer Pfeilhöhe von 19,706 m gespannte Bogen hat im Scheitel eine Höhe von 1,5 m, welche nach den Widerlagern hin bis auf 2,69 m zunimmt. Die beiden durch Gitterwerk verbundenen Gurtungen des Bogens sind nach Parabeln gekrümmt, deren Lage gegen einander so bestimmt ist, dafs die geneigten Gitterstreben gleichlaufend und sämtlich gleich lang werden. Die Gleichung der unteren Parabel ist daher dieselbe wie die der oberen, nur liegt, wie leicht einzusehen (vgl. nebenstehende Figur), der Scheitel der unteren von dem der oberen um a sin α in waagerechter Richtung und um a cos α in aufrechter Richtung entfernt. Es kann demgemäfs bei dieser Anordnung die Parabelform bei beiden Gurtungen ein Scheitel nicht durchgeführt, sondern es mufs hier eine ausgleichende Krümmung eingefügt werden, was auch bei der Javrozbrücke geschehen ist, ohne dafs das Auge des unbewufsten Beschauers diese Unterbrechung wahrzunehmen vermag. Im übrigen giebt die gewählte Anordnung des Gitterwerks der Bogenconstruction eine wohlthuende Ruhe, welche man sonst bei Bogenträgern mit Gitterwerk häufig vermifst. Gurtungen und Gitterwerk, welches letztere auch im Scheitel durchgeführt ist, zeigen den einfachen ⊥-Querschnitt.



Querverbindungen der beiden Bogenträger sind in waagerechten Abständen von 7,02 m entsprechend der Stellung der auf dem Bogen aufsitzenden, aufrecht stehenden Pfosten angeordnet. Aufserdem ist ein Diagonalverband angebracht, welcher in jedem der durch jene gebildeten Felder von den oberen Gurtungen der Träger nach den unteren hingeht. Diese Anordnung hat gegen die sonst übliche den Vortheil, dafs die Erscheinung der reinen Bogenform nicht durch das von dem Diagonalverbande gebildete Vieleck beeinträchtigt wird, erschwert indessen die tüchtige Verbindung der Diagonalstreben mit den Gurtungen — eine Schwierigkeit, die auch bei der Javrozbrücke nicht in sehr befriedigender Weise gelöst worden ist.

Auf den oberen Gurten der beiden Bogenträger stehen sehr leicht aussehende Pfosten, von denen je zwei entsprechende durch Diagonalverbände zu Jochen verbunden sind. Oben tragen letztere Querträger, an welche sich die die Zorès der Fahrbahn unmittelbar unterstützenden Längsträger anschliefsen. In der Ebene der unteren Gurtung der Querträger ist ein Windverband aus Flacheisen angebracht.

Da die Breite der Fahrbahn nur 4,8 m, die Höhe der aufrechten Pfosten aber höchstenfalls 15 m beträgt, so haben letztere behufs Erhöhung der Standfestigkeit einen Anzug von etwa $^1/_{16}$ erhalten, welche Neigung folgerichtig auch den Bogenträgern selbst gegeben worden ist, sodafs die Entfernung der letzteren von einander im Scheitel 4,854 m, im Kämpfer 6,00 m beträgt.

Die Art der Auflager ist dieselbe wie bei der Schwarzwasserbrücke, und wird dort näher besprochen werden.

Nach Grémaud haben das Eisengewicht der Brücke 205 t, die Kosten circa 195000 Frcs. betragen. Die Berechnung hat nach derselben Mittheilung unter Zugrundelegung einer gleichförmig vertheilten Last von 275 kg stattgefunden.

Das Bauwerk zieht durch aufserordentlich leichte Erscheinung die Aufmerksamkeit auf sich. Die geringen Abmessungen der hohen, nicht versteiften, aufrecht und vollkommen freistehenden Pfosten erwecken sogar beim ersten Anblick ein gewisses Gefühl der Aengstlichkeit oder des Mifstrauens hinsichtlich der Richtigkeit der Rechnung, welches jedoch bei eingehenderer Betrachtung schwindet. Die Verhältnisse des Bauwerks sind sehr ansprechende und kommen um so vortheilhafter zur Geltung, als man von beiden Seiten des Thals und namentlich auch von der alten Holzbrücke aus leicht die geeignetsten Standpunkte für die Betrachtung findet.

Uebrigens soll seiner Zeit Culmann, welchem als Sachverständigen die Prüfung des Entwurfs oblag, die Anbringung kräftiger Bänder empfohlen haben, welche etwa die Mitten der freistehenden Pfosten fassen sollten. Der Constructeur zog es indessen vor, diese Pfosten mit einer gröfseren Sicherheit gegen Ausknicken auszurüsten, als durch Anordnung jener Bänder das Bauwerk weniger kühn erscheinen zu lassen.

2. Schwarzwasserbrücke bei Bern.

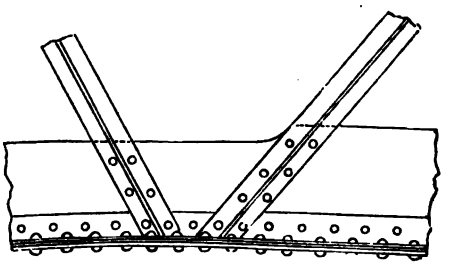
Dieselbe zeigt eine ähnliche Gestaltung wie die Javrozbrücke. Beiden mag wohl in gewissem Sinne die bekannte Dourobrücke als Vorbild gedient haben. Die Schwarzwasserbrücke, 1882 unter Benutzung der bei der Javrozbrücke gemachten Erfahrungen erbaut, hat aber nicht nur wesentlich gröfsere Spannweite als diese, sondern zeigt auch mannigfache Verbesserungen der Zusammenfügung. Da eine Veröffentlichung*) dieses Bauwerks bisher noch nicht erschienen war, so ist dasselbe hier an der Hand der Zeichnungen auf Blatt 18 und 19, welche ich der Güte der Hr. Ingenieure Probst und Röthlisberger verdanke, beschrieben worden.

Die Brücke liegt im Zuge der Strafse von Bern nach dem Amtsbezirk Schwarzenburg und ist im Zusammenhang mit einer Correction der letzteren ausgeführt worden. Das Schwarzwasserthal, an der schmalsten Stelle etwa 160 m breit, von steil abfallenden, etwa 60 m hohen Wänden eingefafst, bot bisher insofern ein erhebliches Verkehrshindernifs, als die alte Strafse in steilen Windungen sich auf der einen Thalseite bis zur Sohle des Thals hinabwand, um nach Ueberschreitung des letztern die andere Seite wieder zu erklimmen. Man entschlofs sich, behufs Beseitigung dieses verlorenen Ge-

*) Während der Drucklegung ist in der schweizerischen Bauzeitung eine Beschreibung der Schwarzwasserbrücke erschienen.

fälles, welche der wachsende Verkehr dringend erheischte, das Thal in seiner ganzen Breite und in solcher Höhe zu überbrücken, dafs der neuen Strafse möglichst günstige Steigungsverhältnisse gegeben werden konnten. Bei dem für Erlangung geeigneter Bauentwürfe ausgeschriebenen Wettbewerb erlangte der Entwurf der Firma Ott & Co. in Bern den ersten Preis und wurde derselbe mit einigen Abänderungen zur Ausführung bestimmt.

Die Brücke überschreitet hiernach in einer Höhe von etwa 60 m das Schwarzwasserthal mit einem Bogen von 114,01 m Stützweite und 21,484 m Pfeilhöhe. Wie bei der Javrozbrücke sind 2 Bogenträger angeordnet, welche nach Parabeln gekrümmt sind; indessen ist die dort befolgte Regel hinsichtlich gleich langer und gleichlaufender Gitterstäbe des Fachwerks hier nicht durchgeführt. Die Höhe der Träger, am Scheitel 1,5 m, nimmt nach den Kämpfern bis auf 3,50 m zu. — Behufs Erhöhung der Standfestigkeit ist wie bei der Javrozbrücke die Ebene des Bogens nicht lothrecht, sondern in einer Neigung von etwa 1 : 20 angeordnet. Der Abstand der beiden Bogenträger beträgt daher am Scheitel rund 6,0 m, am Auflager 8,0 m. Die Gurtungen sind nach dem einfachen T-Querschnitt gebildet. Die Höhe des Stehblechs ist eine verschiedene und zwar sind die Uebergänge nach beistehender Zeichnung derart angeordnet, dafs die Aenderung dem Auge kaum merkbar wird. Die Gurtungswinkel sind 100/100,11 mm, die Bleche 500/13 bezw. 500/15 mm stark. Am Auflager sind vier der letzteren angeordnet. Wie aus den Zeichnungen einzelner Theile ersichtlich, sind die Stehblechstöfse aufserhalb der Knotenpunkte gelegt, die Winkeleisenstöfse aber gegeneinander und gegen die Stöfse des Stehblechs versetzt. Die Knotenpunkte des Gitterwerks sind so angeordnet, dafs die zwischen zwei Knotenpunkten liegenden Gurtungstheile beider Gurtungen im Grundrifs gleiche Gröfse, nämlich 2,88 m erhalten. Die Streben, welche unmittelbar an den Stehblechen der Gurtungen befestigt sind, bestehen aus je vier zusammengenieteten Winkeleisen, deren Abmessungen den Beanspruchungen entsprechend sich ändern.

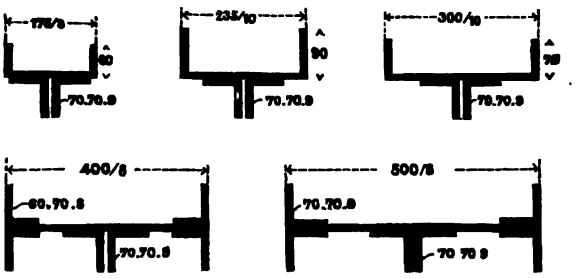


An denjenigen Knotenpunkten, über welchen die die Fahrbahn tragenden lothrechten Pfosten sich erheben, sind kräftige steife Querverbindungen der Bogenträger angebracht, deren Abmessungen aus den Zeichnungen hervorgehen. Auf den oberen Gurtungen der Träger sind in waagerechten Abständen von 5,76 m die erwähnten Pfosten befestigt, welche ebenso wie die Träger in einer Neigung von 1 : 20 gegen das Loth angeordnet sind. Je zwei gleichliegende Pfosten werden durch Horizontal- und Diagonalversteifungen zu Jochen verbunden, welche oben die Fahrbahn tragen.

Die Höhen dieser Joche wachsen von 1,0 m bis rund 18,50 m.

Dementsprechend sind auch die Querschnitte für die Pfosten 1 bis 8 aus ⌊⌋ Eisen, für die Pfosten 9 und 10 aus Blechträgern nach beistehenden Skizzen gebildet. Zwei

auf der Innenseite angeordnete Winkeleisen, welche in der ganzen Höhe sämmtlicher Pfosten durchlaufen, dienen theils zur Verstärkung und Versteifung des Querschnitts, dem sie auch als nutzbare Fläche zugerechnet sind, theils zur leichteren Anbringung des vertikalen Kreuzverbandes zwischen den beiden Pfosten eines Joches.



Die Berechnung der Joche wie die der ganzen Brücke ist auf zeichnerischem Wege unter folgenden Belastungsannahmen erfolgt:

1)	Eigengewicht der Fahrbahn	90 kg	auf 1 qm
2)	Zorèsbelag	60 „	„ „
3)	Beschotterung	360 „	„ „
4)	Zufällige Last	300 „	„ „
	zusammen	810 kg	auf 1 qm.

Ferner ist für die Berechnung insbesondere der Quer- und Längsträger eine Belastung durch einen zweiachsigen Lastwagen von 10 t Gewicht bei 3 m Achsstand vorgesehen worden. Als zulässige Beanspruchungen waren 800 kg auf 1 qm für diejenigen Verbandstheile festgesetzt, bei denen nur kleine Veränderungen in den Spannungen eintreten. Da die Entfernung der Joche 5,76 m, die Breite der Fahrbahn 6,0 m beträgt, so entfällt auf ein Joch eine Last von $6{,}0 \cdot 5{,}76 \cdot 0{,}81 = 27{,}99$ t, wozu noch das Eigengewicht des Joches tritt, welches bei dem höchsten derselben (No. 10) etwa 5,0 t ausmacht.

Bei der grofsen Höhe der Joche ist der Einflufs des Winddrucks von wesentlicher Bedeutung. Die Gröfse desselben ist mit 150 kg auf das qm in Rechnung gezogen. Winddruck und Belastung erzeugen in dem untersten Theil des höchsten Pfeilers (No. 10) einen gröfsten Druck von 22,8 t, in der Strebe des Querverbandes einen Druck von 3,9 t. Die reducirte noch zulässige Spannung für Zerknicken ist nach der Formel

$$S = \frac{s}{1 + 0{,}00008 : \frac{F.\,l^2}{J}} \text{ (cm)}$$

berechnet, wo

s = zulässige Druckspannung = 700 kg auf das qcm,
F = Querschnittsfläche,
l = Länge des Pfostens,
J = Trägheitsmoment des Querschnitts bedeutet.

Wird angenommen, dafs die Pfosten als an beiden Enden eingespannt zu betrachten sind, so ist in obiger Formel l = der halben Höhe der Pfosten zu setzen, und es ist dann

für Pfeiler	10	S =	571 kg
„ „	9	S =	572 „
„ „	8	S =	523 „
„ „	6	S =	621 „

während die Spannungen $s = \frac{P}{F}$ wo P Maximaldruck bedeutet, nur betragen:

für Pfeiler 10 = 205 kg
„ „ 9 = 243 „
„ „ 8 = 297 „
„ „ 6 = 280 „

Wird angenommen, dafs die Pfosten als frei eingespannt zu betrachten sind, so ist in obiger Formel statt der halben Länge die Gesamtlänge der Pfosten einzusetzen und es wird dann

für Pfeiler 10 . . . . $S = 368$ kg
„ „ 9 . . . . $S = 370$ „
„ „ 8 . . . . $S = 298$ „
„ „ 6 . . . . $S = 465$ „

woraus hervorgeht, dafs selbst bei dieser zu ungünstigen Annahme die wirklichen Spannungen immer noch unter den zulässigen bleiben. Es sind daher wie bei der Javrozbrücke weitere Verbindungen der einzelnen Joche unter einander behufs Aussteifung derselben nicht für erforderlich erachtet worden. Die unteren Enden der Pfosten sind mittels Anschlufsbleche und mit je 2 Winkeleisen auf den oberen Gurtungen der Träger befestigt, während an den oberen Enden, wie schon erwähnt, die Querträger unmittelbar angeschlossen sind. Da jedoch unter Beibehaltung der Neigung der Pfosten von $^1/_{20}$ die Querträger schief abgeschnitten werden müfsten, so sind zur Vermeidung dieser Mafsregel die Pfosten oben in die lothrechte Richtung geknickt.

Die als vollwandige Blechträger von 5,2 m Länge, 700 mm Höhe und 8 mm Blechstärke gestalteten Querträger nehmen die zur unmittelbaren Unterstützung der Fahrbahn bestimmten 5 Längsträger auf. Von letzteren sind die 3 mittleren, welchen die Hauptlast zufällt, bei 1,5 m Abstand von einander ebenfalls Blechträger, deren Höhe 400 mm und deren Blechstärke 8 mm beträgt, während die in den Ebenen der Pfosten liegenden, welche gleichzeitig dazu dienen, die Pfosten selbst in ihrer Lage unverrückbar zu erhalten, als leichte Gitterträger von 700 mm Höhe ausgebildet sind. Da beim Anblick der Brücke von der Fahrbahnconstruction nur die letzteren sichtbar sind, so erscheint diese selbst sehr leicht und gefällig, wie überhaupt die Verhältnisse namentlich die Bogenform, die Entfernung der Joche usw. sehr glücklich gewählt sind. In der Ebene der unteren Gurtungen der Längsträger ist ein aus Winkeleisen gebildeter Windverband angebracht, welcher an den Querträgern etwas unterhalb der Mitte des Stehblechs angreift.

Die eigentliche Fahrbahn besteht aus einem Zorèsbelag und der auf einer Betonlage ruhenden Beschotterung. Die Zorès ruhen auf den 5 Längsträgern, die äufsersten derselben noch um etwa 40 cm jederseits überragend. Zum besseren Abschlufs der Köpfe und des Schotters sowie zur Aufnahme der Geländer sind besondere kleine durch auskragende Bleche an die Pfosten befestigte Blechträger angeordnet. Die Fahrbahnconstruction wie die eisernen Joche setzen sich zu beiden Seiten der Brücke über den Bogen hinaus bis zum Anschlufs der ersteren an die ebene Erdbodenfläche fort.

Die gemauerten Widerlager sind daher nur niedrig und erforderten nur wenig Mauerwerk. Die aufserhalb des Bogens befindlichen Joche, deren Construction der schon beschriebenen ganz ähnlich ist, ruhen auf kleinen, auf's genaueste bemessenen gemauerten Pfeilern und sind, ausgenommen durch die Fahrbahn, nicht miteinander verbunden.

Eine wegen ihrer Einfachheit bemerkenswerthe und bei allen von der Firma Ott & Co. erbauten Bogenbrücken wiederkehrende Anordnung zeigen die Auflager. Dieselben wirken als feste Auflager ohne Gelenk, gestatten aber infolge der Verwendung von Stahlkeilen einen gewissen mit Rücksicht auf leichtere Aufstellung sehr wünschenswerthen Spielraum für etwaiges Nachrichten.

Da die Druckübertragung hauptsächlich durch die Lamellen stattfindet, welche zu diesem Zweck am Auflager noch besonders verstärkt werden, so sind auch nur diese aufgelagert, während Gurtungswinkel und Stehblech vor dem Auflager abgeschnitten sind. Das Auflager besteht demgemäfs nnr aus einer kräftigen Platte, welche die zur Aufnahme der Lamellen und der Keile bestimmte Schale unter Mitwirkung kräftiger Rippen trägt. Die Lamellen stützen sich mittels einer, behufs gleichmäfsigerer Druckvertheilung untergelegten Bleiplatte auf die Stahlkeile, welche letztere nach erfolgtem Aufstellen mit einander fest verschraubt werden.

Die Einzelheiten der Verbandstücke sowie die Hauptabmessungen sind aus der Zeichnung auf Blatt 18 ersichtlich. Erwähnt sei nur noch, dafs für die Schwarzwasser- wie für die Javroz-Brücke die Lager wegen der geneigten Lage der Träger entsprechend schiefe Auflagerflächen erhalten mufsten.

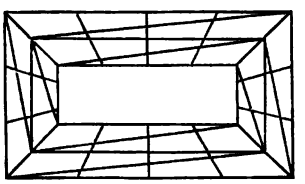
Da in der Schweiz die Verfertiger des Entwurfs der gröfseren Brücken meist auch gleichzeitig die ausführenden Unternehmer sind, für sie also die Zweckmäfsigkeit der einzelnen Constructionen wie deren leichte Ausführbarkeit von gleicher Wichtigkeit ist, und ferner bei weitem die Mehrzahl der gröfseren neueren dortigen Bogenbrücken mit ähnlichen festen Auflagern ausgeführt ist, so erscheint der Schlufs nicht ungerechtfertigt, dafs die noch nicht entschiedene Frage, ob Bogen zweckmäfsiger mit oder ohne Gelenke anzuordnen seien, von den bedeutenderen schweizerischen Ingenieuren im letzteren Sinne beantwortet wird, und dafs namentlich die häufig für Anwendung von Gelenken geltend gemachten Vortheile hinsichtlich der Aufstellung bei zweckmäfsiger Anordnung, guter und pünktlicher Ausführung derselben doch nicht sehr schwerwiegender Natur sind, da sonst gerade die Unternehmer derartige Constructionen häufiger in Vorschlag bringen würden.

Allerdings ist die in der Schweiz vorwiegend übliche Anwendung des Bogens ohne Gelenke wohl auch auf den mafsgebenden Einflufs zurückzuführen, welchen Professor Culmann ausübte, indem er die Ansicht vertrat, dafs ein Bogen mit festem Auflager stabiler und steifer sei, als ein solcher mit beweglichen Auflagern, und dafs es im allgemeinen meist möglich sei, die Auflager bezw. den Bogen daselbst derart hoch zu machen, dafs selbst bei ungünstigster Lage der Stützlinie einerseits ein Klaffen der Auflagerfuge bezw. ein Abheben der einen Gurtung von dem Auflager, andrerseits eine Ueberschreitung der zulässigen Spannung in der Gurtung verhütet werde.

Was im übrigen die Ausführung der Schwarzwasserbrücke anlangt, welche in den verschiedenen Stadien wiederholt zu beobachten ich Gelegenheit hatte, so ist zu bemerken, dafs dieselbe mit der gröfsten Sorgfalt erfolgt ist.

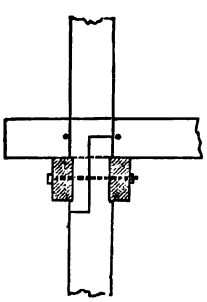
Die Auflagerweite des zusammengebauten Trägers stimmte mit der durch die Auflagerplatten festgelegten so genau überein, dafs ein erhebliches Nachrichten durch die Stahlkeile gar nicht erforderlich wurde.

Das Gewicht des Eisenverbandes beträgt 430 t. Entwurf und Ausführung waren, wie schon erwähnt, der Firma Ott & Co. in Bern zum Preise von 279 500 Frcs. übertragen. Hierbei sind die Aufstellungsrüstungen inbegriffen, welche letztere bei der bedeutenden Höhe allein gegen 44 000 Frcs. Herstellungskosten erforderten. Die sehr beachtenswerthe Anordnung dieser Rüstungen ist von dem Ingenieur Simons angegeben und unter demselben auch die Ausführung selbst erfolgt. Wie aus der Uebersichtszeichnung auf Blatt 19 ersichtlich, sind zur Einrüstung des Bogens vier Thürme errichtet, von denen die beiden mittleren auf die Thalsohle, die äufseren auf die Thalränder gestellt sind. Die mittleren Thürme haben eine Höhe von etwa 56 m, sind unten 8 m breit, 14,8 m lang und ruhen auf einem aus eingerammten und durch



Holme und Zangen fest verbundenen Pfählen bestehenden Unterbau. Dem Aufbau der hölzernen Pfeiler liegt das statisch bestimmte einfache räumliche Fachwerk zu Grunde, dessen Beanspruchung auf zeichnerischem Wege ermittelt ist. Von jedem Eckknotenpunkt steigen die Diagonalen nach derselben Seite hin auf. Da die Diagonalen nur bei unsymmetrischer Belastung, also bei Winddruck belastet werden, so sind dieselben bei verschiedenen Windrichtungen abwechselnd gezogen und gedrückt; sie bestehen daher aus Doppelzangen, von 20 cm Höhe. Gegenstreben sind nicht vorhanden; die in der Zeichnung angedeuteten stellen die Streben der hinteren Pfahlreihe dar. Die Ständer, deren 14 Stück in jedem Pfeiler angeordnet sind, wurden aus Rundholz von 24 cm Durchmesser hergestellt und laufen in der ganzen Pfeilerhöhe durch.

Die einzelnen Höhenabtheilungen sind daher nicht, wie dies in Norddeutschland häufig ist, durch abgebundene selbstständige Theile, sondern lediglich durch Doppelzangen



hergestellt, welche die durchgehenden Ständer umfassen. Diese, auf französischem Muster beruhende Anordnung, welche auch in West- und Süddeutschland sehr gebräuchlich ist, erscheint auch viel einfacher, praktischer und billiger, als die erst erwähnte. Die Stöfse der Ständer werden durch kräftige Laschen gedeckt, oder es werden, wie in vorliegendem Falle, und wie dies auch in Frankreich üblich, die Zangen zur Verstärkung des Stofses nach nebenstehender Skizze benutzt.

In verticaler Richtung sind zur besseren Versteifung der Pfeilerwände Andreaskreuze, ebenfalls aus Doppelzangen, angeordnet. Die Kreuzungen der letzteren sind einfach in der Weise hergestellt, dafs an der betreffenden Stelle das eine Zangenpaar durchschnitten und auf ein zwischengelegtes Holzstück,

welches als Lasche wirkt, aufgebolzt ist. Horizontalkreuze im Pfeiler sind als entbehrlich fortgelassen, dagegen wurden die Pfeiler durch Drahtseile mit den Ufern verankert.

Die Pfeiler zeichnen sich durch sehr sparsamen, leichten Verband aus und haben sich insofern als reichlich stark erwiesen, als sich selbst bei den beobachteten sehr heftigen Winden keinerlei bedenkliche Bewegungen und Beanspruchungen der einzelnen Verbandtheile gezeigt haben.

Die durch die Pfeiler bestimmten drei Oeffnungen von 20 m Weite sind oben durch Träger überdeckt, welche die für die Einrüstung des Bogens erforderlichen Holztheile unterstützen. Diese Träger erscheinen insofern bemerkenswerth, als sie neuerdings in der Schweiz häufig angewendet werden und sich durch eine zweckmäfsige, einfache und dabei sehr billige Herstellungsweise auszeichnen. Dieselben bestehen aus einem umgekehrten Hängewerk, bei dem der mittlere Theil des Tramens durch ein Sprengwerk gegen die Hängesäulen bezw. das Zugband abgesteift ist. An das Zugband, welches aus einem 200 mm breiten, 12 mm starken Blechstreifen besteht, werden die, um Einschnitte in die Spannbalken in einfachster Weise gelegten Winkel- oder Flacheisen angenietet. Die beiden zusammengehörigen Träger sind in 3 m Abstand von einander angeordnet, durch Zangen und Verticalkreuze verbunden und in den Ebenen des oberen Spannbalkens durch Horizontalkreuze und eiserne Zugstangen gegen einander abgesteift.

Diese in den Einzelheiten aus den Zeichnungen auf Blatt 19 genügend ersichtliche Construction hat sich vortrefflich bewährt, ist namentlich sehr leicht und ebenso schnell als billig ausführbar. Es mufs jedoch hier erwähnt werden, dafs dieselbe keineswegs neu ist, dafs sie vielmehr schon bei dem Bau der Kehler Brücke durch Benkieser, später unter anderem auch bei dem Bau der Baseler Rheinbrücken 1878 angewendet wurde.

Anfangs beabsichtigte man, das mittlere Trägerpaar entsprechend der Lage des Bogens höher zu legen, als diejenigen der beiden Seitenöffnungen; bei der Ausführung ist dies jedoch nicht geschehen, vielmehr die gleiche Höhenlage sämtlicher Träger vorgezogen worden.

3. Die Kirchenfeldbrücke in Bern.

Diese Brücke, welche zur Zeit meines Besuchs in der Ausführung begriffen war, wird von einer unternehmungslustigen englischen Gesellschaft zu dem Zweck errichtet, das jenseits der Aare gelegene Gelände, das sogenannte Kirchenfeld, besser zu Bebauungszwecken verwerthen zu können. Die Ausführung liegt in Händen der Firma Ott & Co. in Bern.

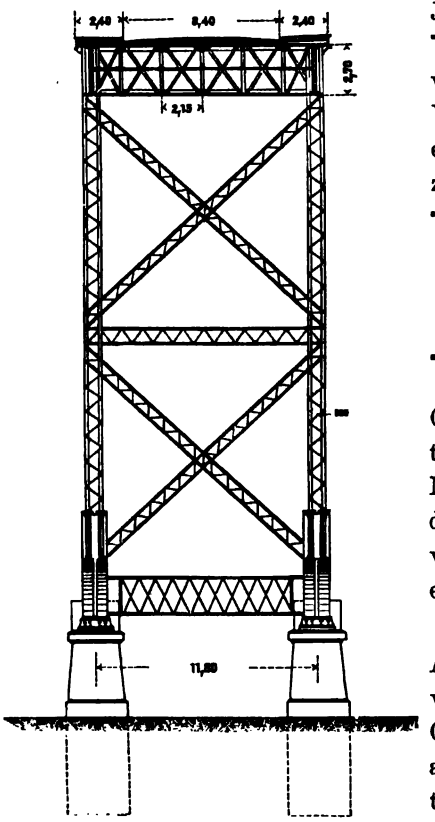
Der Entwurf für die Eisenverbindung rührt von den Ingenieuren Probst und Röthlisberger, für das Mauerwerk und die schon besprochene Gründung von dem Ingenieur Simons her. Die Zeichnung auf Blatt 17 giebt eine Ansicht des Bauwerks.

Die Brücke hat hiernach zwei Hauptöffnungen, jede von etwa 81 m Weite, an welche sich beiderseits zwei kleinere Oeffnungen anschliefsen. Wie schon bei den Gründungen erwähnt, mufste der Mittelpfeiler des schlechten Baugrundes wegen pneumatisch gegründet werden.

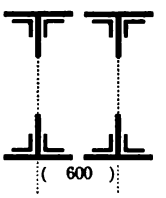
Es erschien daher zweckmäfsig, den Pfeiler so niedrig wie möglich zu machen, um den Hebelarm der waagerecht auf den Pfeiler wirkenden Kräfte thunlichst zu vermindern. Hieraus ergab sich die gewählte Anordnung, nach welcher die Auflager der Bögen auf dem Mittelpfeiler erheblich tiefer liegen als diejenigen auf den Landpfeilern, die Form jedes Bogens also keine zur Mitte übereinstimmende ist. Die Verhältnisse sind indessen so gewählt, dafs dieser Umstand kaum bemerkbar wird.

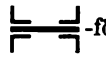
Hinsichtlich der Pfeilerbildung ist noch hervorzuheben, dafs zur Ersparung von Gründungs- und Mauerwerkskosten die Pfeiler für jeden der beiden Bogenträger gesondert und unter thunlichster Einschränkung der Abmessungen, dafür aber aus vortrefflichem Material (Kalkstein) sehr sorgfältig ausgeführt sind. Diese Anordnung war durch die Verhältnisse nicht gerade geboten, aber doch nahe gelegt; immerhin ist sie auf den ersten Blick überraschend.

Auch bei dieser Brücke zeigt der eiserne Ueberbau im allgemeinen eine ähnliche Gestaltung, wie die bereits bei der Javroz- und Schwarzwasserbrücke besprochene. Es sind zwei Fachwerkbogen von etwa $^1/_8$ Pfeil angeordnet, deren Achse einem Kreisbogen angehört und deren Höhe im Scheitel ungefähr 1,5 m, am Auflager 2,95 m beträgt.



Jeder Bogen besteht in seinen Gurtungen aus zwei T-förmigen Theilen, welche je aus einem Stehblech von 450 mm Höhe und 15 m Stärke, aus zwei Winkeleisen von 100 · 100 · 13 mm Stärke und der erforderlichen Anzahl Lamellen von 500 mm Breite zusammengesetzt sind. Der Abstand der beiden Gurtungstheile beträgt nach nebenstehender Figur 600 mm. Das Gitterwerk jedes Bogenträgers besitzt





-förmigen, aus einem Blech und vier Winkeleisen zusammengesetzten Querschnitt, und ist an die Stehbleche der Gurtungen innen unmittelbar angeschlossen. In der Nähe des Auflagers ist eine Verstärkung der Streben durch Hinzufügung von weiteren zwei Winkeleisen, welche aufsen am Stehblech der Gurtungen angreifen, erreicht worden.

Auf jedem Bogen erheben sich in waagerechten Abständen von 14,325 m eiserne Fachwerkpfeiler, welche, aus vier Eckpfosten und verbindendem Gitterwerk construirt, oben je zwei Hauptquerträger aufnehmen. Letztere sind 2,7 m hohe Fachwerkträger mit Zug- und Druckstreben und etwa 2,15 m Feldweite, an deren Senkrechten sich Längsträger anschliefsen, welche unmittelbar die Zorèseisen der Fahrbahn tragen. Die Längsträger werden aufser durch die Hauptquer-

träger noch durch je einen Zwischenquerträger unterstützt, welche letztere in der Mitte jedes Feldes angeordnet sind. Die 8,4 m breite Fahrbahn selbst besteht aus einer auf den Belageisen ruhenden Betonschicht und darüber liegender Beschotterung; die beiderseitigen Fufswege haben je 2,4 m Breite (vergl. vorstehende Skizze); waagerechte und aufrecht stehende Versteifungen der Fahrbahn wie auch der eisernen Pfeiler sind in ausreichendem Mafse angeordnet.

Das Gesamtgewicht der Eisenconstruction beträgt 1344 t. Die Baukosten sollen sich auf 1250000 Frcs. belaufen haben, wovon 65000 Frcs. auf die Rüstungen entfallen.

Erwähnt sei noch, dafs für die Aufstellung die bei der Schwarzwasserbrücke beschriebenen Gerüste unter angemessenen Aenderungen wiederum Verwendung gefunden haben und dafs die dort erwähnten Hängewerke von 20 m Spannweite hier ebenfalls und zwar schon bei Herstellung des Transportstegs benutzt wurden.

4. Die obere und die untere Rheinbrücke in Basel.

Beide Brücken gehören zu den hervorragendsten der neueren schweizerischen Strafsenbrücken und sind von den Firmen Ph. Holzmann in Frankfurt a/M. und Gebrüder Benkiser in Pforzheim nach den Entwürfen des Chefingenieurs Lauter der erstgenannten Firma, welcher durch seine hervorragenden Arbeiten im Brückenbau u. A. durch seinen Entwurf für die Rheinbrücke in Mainz bekannt ist, erbaut worden.

Die obere Rheinbrücke, die ältere von beiden, ist in den Jahren 1877—79 unter der Specialleitung des Ingenieurs Mast ausgeführt worden. Anläfslich ihrer Eröffnung wurde vom Baudepartement der Stadt Basel eine Festschrift über die Baugeschichte dieser Brücke veröffentlicht, welche auszugsweise auch in Bd. X der „Eisenbahn", Jahrg. 1879, S. 137, wiedergegeben ist und aufser einer eingehenden Schilderung der Entstehung des Entwurfs, sowie den bemerkenswerthen Gutachten und Vorschlägen der als Sachverständige fungirenden hervorragendsten europäischen Ingenieure und Architekten, auch eine Beschreibung der Construction des Bauwerks enthält, welche indes ebenso wie mehrere kürzere Aufsätze in den Jahrgängen 1877 und 1878 der „Eisenbahn" leider nicht von Zeichnungen begleitet ist. Es wird daher dem Zweck dieses Berichtes entsprechen, hinsichtlich der eigentlichen Geschichte des Bauwerks auf die erwähnten Quellen hinzuweisen und nach den gemachten Beobachtungen an der Hand der auf Blatt 20 dargestellten Zeichnungen hier lediglich vom technischen Standpunkt aus, das Bauwerk kurz zu beschreiben.

Die Brücke verbindet die beiden durch den Rhein getrennten Stadttheile Grofs- und Klein-Basel, deren Ufer an der Uebergangsstelle einen Höhenunterschied von gegen 13 m aufweisen. Die durch diesen Umstand bedingten Schwierigkeiten bei Lösung der Aufgabe, einen auch die Ansprüche an Schönheit befriedigenden und zweckentsprechenden Brückenentwurf zu gewinnen, hatten zur Folge, dafs erst nach 13jährigen Verhandlungen und Voruntersuchungen die Frage, ob es angemessen sei, die Fahrbahn behufs Ueberwindung erwähnten Höhenunterschiedes einseitig ansteigen zu lassen, oder aber, eine horizontale Brückenbahn vielleicht an einer anderen Stelle zur Ausführung zu bringen, zu Gunsten der ersteren Anordnung entschieden wurde, nachdem wiederholt Gutachten der hervorragendsten Architekten eingeholt worden waren. Wie damals diese

Frage die Techniker in zwei Lager schied, sind auch heute die Ansichten über den ästhetischen Werth der ausgeführten Anordnung in Fachkreisen noch sehr getheilt. Meines Erachtens verletzt dieselbe umsoweniger, als theils infolge der geschickten Ausbildung der Pfeiler- und der Eisenconstructionen, theils wegen des Umstandes, dafs es nur sehr wenige Standpunkte giebt, welche einen Anblick der Brücke in ihrer ganzen Ausdehnung mit den Anschlüssen an das niedrige rechte Ufer ermöglichen, die Steigung der Fahrbahn im allgemeinen nur wenig bemerkbar ist, während jedem, welcher die Brücke überschreitet, die gewählte Anordnung unbedingt als die natürlichste und zweckmäfsigste erscheinen mufs.

Um den Höhenunterschied zu überwinden, mufste die Zufahrt am linken Ufer gesenkt, am rechten dagegen gehoben werden. Die Brückenfahrbahn hat daher auf der linksseitigen Zufahrt ein Gefälle von 3,1 %, über den Stromöffnungen und der rechtsseitigen Zufahrt ein solches von 2,67 % oder 1 : 37,5 erhalten.

Die Brücke besitzt drei mit Bogenträgern überspannte Hauptöffnungen von 64,38 bis 61,38 bis 58,38 m lichter Weite, während die beiderseits anschliefsenden Oeffnungen für die Zufahrten überwölbt sind. Die Widerlager, sowie die Pfeiler der Zufahrten sind auf einer Betonschicht, die Mittelpfeiler dagegen mittels Luftdrucks gegründet, worüber bei Abtheilung I, Gründungen, bereits das Wichtigste erwähnt wurde.

Die Pfeiler selbst sind im äufseren Theil vom Caisson bis zur Fahrbahn in schönem Quadermauerwerk ausgeführt, welches für die Pfeilerspitzen aus Granit, im Uebrigen aber aus vortrefflichem Kalkstein besteht. Im linksseitigen Strompfeiler und im linken Widerlager sind Minenkammern angelegt.

Die Strompfeiler, in kräftigen, der ganzen Anlage auf das beste angepafsten Formen ausgebildet, sind, bei 11 m Höhe der Auflagersteine über dem Flufsbett, oben an den Auflagern 4,9 m, unten 6,7 m stark. Bei dem bedeutenden Horizontalschub, welcher unter voller Belastung einer Oeffnung und gleichzeitiger Entlastung der anstofsenden Oeffnung von dem Pfeiler aufgenommen werden mufs, erscheinen diese Stärken sehr gering, indem hierbei die Beanspruchung des Mauerwerks, wie die Rechnung ergiebt, eine ziemlich beträchtliche Gröfse erreicht.

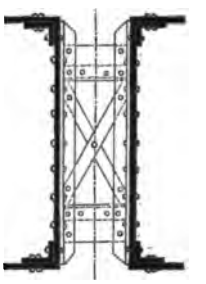
Es ist übrigens dem Vernehmen nach s. Z. von Herrn Ingenieur Lauter aus den erwähnten Gründen eine Verstärkung der Pfeiler vorgeschlagen, jedoch auf Anrathen des zur Begutachtung herangezogenen Professor Culmann nicht in nähere Erwägung genommen worden.

Der eiserne Ueberbau jeder Oeffnung besteht aus fünf Bogenträgern, welche in 2,9 m Entfernung von einander angeordnet sind. Die Auflager der gleichliegenden Träger der drei Oeffnungen liegen in einer Geraden, welche indessen nicht mit der Fahrbahnneigung von 1 : 37,5 gleichlaufend ist, sondern eine Neigung von etwa 1 : 71,5 besitzt. Die beiden Hälften eines Trägers sind daher nicht symmetrisch, und da die Spannweiten der einzelnen Oeffnungen verschieden sind, weichen auch im Uebrigen die Abmessungen der für die drei Oeffnungen bestimmten Träger von einander ab. Letztere sind Bogenträger mit versteiften Zwickeln, welche:

in der I. Oeffnung (linksseitig) in 20 Felder zu 3,2 m Weite = 64,0 m,
in der II. Oeffnung (Mittelöffn.) in 19 Felder zu 3,21 m Weite = 66,99 m,
in der III. Oeffnung (rechtsseitig) in 18 Felder zu 3,22 m Weite = 57,96 m,

getheilt sind. Die Höhe sämtlicher Träger beträgt im Scheitel 1450 mm, die Pfeilhöhe bei Oeffnung I = 7,84 m, bei Oeffnung II = 6,92 m und bei Oeffnung III = 6,04 m. Der eigentliche Bogen sämtlicher Träger hat im Scheitel 800 mm, an den Auflagern 1050 mm Höhe, woraus sich als Längen der Halbmesser der Gurtungswinkel Ober- bezw. Unterkanten ergeben:

	Halbmesser der Gurtungswinkel	
	Oberkante	Unterkante
I. Oeffnung	72,576 m	69,262 m
II. „	74,415 „	70,674 „
III. „	77,04 „	72,75 „



Die Bogen haben den nebengezeichneten, aus zwei Theilen bestehenden Querschnitt, von denen jeder aus Stehblech, Gurtungswinkeln und Deckplatten gebildet ist. Innere und äufsere Träger sind im allgemeinen gleich gebildet, nur sind bei letzteren, der geringeren Beanspruchung gemäfs, etwas schwächere Abmessungen der einzelnen Theile angewendet. Die Stärke der nach der Curve gehobelten Stehbleche beträgt im mittleren Theil des Bogens 10 mm und nimmt nach den Auflagern hin bis auf 12 mm in der Weise zu, dafs an zwei auf einander folgenden Stehblechstöfsen die Zunahme der Stärke je 1 mm beträgt. Die Gurtungswinkel sind 120 × 90 × 15 mm stark, die Deckplatten 200 mm breit und 13 bis 15 mm stark. Die beiden symmetrischen Hälften des Bogenquerschnitts sind einerseits in der Mitte jedes Feldes durch eine leichte Querverbindung versteift, andererseits durch die anschliefsenden Streben und Pfosten mit einander verbunden. An den Auflagern ist der Bogenquerschnitt durch aufgenietete Platten verstärkt. Die Auflager sind ohne Anwendung von Gelenken gebildet und bestehen aus kräftigen gufseisernen Stühlen, auf welche der Kämpferdruck, der Zeichnung entsprechend, durch zwei zwischen Bogen und Lager angeordnete Stahlkeile übertragen wird.

Die Diagonalstreben sowie die Pfosten bestehen aus je zwei Paar durch ein leichtes Gitterwerk mit einander verbundenen Winkeleisen, deren Stärke sich zwischen 90 × 60 × 10 und 90 × 77 × 13 mm bewegt. Im mittleren Theil des Trägers werden Pfosten und Streben durch je eine, Bogen und obere Trägergurtung verbindende, 10 mm starke durchgehende Blechplatte ersetzt. An den Trägerenden sind die langen Pfosten und Diagonalen noch durch Winkeleisen von 60 × 60 × 7 gefafst, um dieselben gegen Ausbiegen zu sichern.

Die obere Gurtung des Trägers hat dieselbe Querschnittsform wie der Bogen und zwar durchgängig eine Höhe von 280 mm, Winkel von 120 × 90 × 12 bezw. 15 mm und 10 mm Stehblechstärke. Im mittleren Theil sind noch zwei Deckplatten von je 700 × 11 mm Stärke aufgelegt, welche beide Querschnittshälften verbinden.

Da die Entfernung von 2,9 m der Hauptträger als frei tragende Länge der darüber anzuordnenden Zorèsbelageisen zu grofs wäre, sind zwischen den Trägern noch I-Längs-

träger angeordnet, welche von leichten, 1060 mm hohen, an den Pfosten befestigten Querträgern unterstützt werden. Die gewählten Dimensionen gestatten eine gleichmäfsige Durchführung dieser Querträgeranordnung auch im Scheitel des Bogens und ermöglichen aufserdem die bequeme Durchführung der Gas- und Wasserleitungsröhren, wie dies aus den betr. Zeichnungen auf Blatt 20 hervorgeht, welche auch die Anordnung der waagerechten Windverbände, sowie der übrigen Querverbindungen der Hauptträger erkennen lassen.

Die Brückenbahn besteht aus einer 7,6 m breiten Fahrbahn und beiderseitigen 2,5 m breiten Fufsgängerwegen, welche in der Weise gebildet sind, dafs man auf den oberen Gurtungen der Hauptträger und auf den Längszwischenträgern Zorèseisen von 15 kg Gewicht eines lfd. m und 7,75 bezw. 4,85 m Länge mit Schrauben festgeklemmt hat. Auf die Zorèseisen ist eine Betonschicht gebracht und über dieser Fahrbahn und Fufsgängerwege durch Beschotterung bezw. Asphaltirung gebildet.

Die Entwässerung erfolgt durch Senkkästen und Abfallrohre, welche in ausreichender Zahl angebracht sind.

Der Berechnung der Eisenconstruction, welche auf zeichnerischem Wege nach Culmann erfolgt ist, liegen folgende Annahmen zu Grunde:

1. die Belastung durch Chaussirung einschliefslich Beton = 700 kg auf 1 qm,
2. das Eigengewicht der Construction = 60 t für den Innenträger,
3. die zufällige Last (Menschengedränge) = 450 kg auf 1 qm.

Aufserdem wurden Streckbaum, Quer- und Längsträger sowie Zorèseisen auf eine Einzel-Radlast von 5 t bei 3,6 m Radstand berechnet. Als zulässige Spannung in den Constructionsgliedern, welche abwechselnd auf Druck und Zug beansprucht sind, wurde 600 kg auf das qcm, für diejenigen, welche nur einseitig beansprucht sind, 750 kg festgesetzt, wobei für das zu verwendende Schmiedeeisen eine Zerreifsfestigkeit von 3200 kg auf das qcm in der Walzrichtung verlangt wurde.

Die Eisenconstruction, welche wie aus den Zeichnungen ersichtlich, sehr zweckmäfsig gestaltet und in allen Details sehr sorgfältig durchgearbeitet ist, hat eine ebenso gediegene Ausführung erfahren. Die stattgehabte Brückenprobe hat nach der in der „Eisenbahn“ 1879 Band X S. 146 enthaltenen Mittheilung das sehr günstige Ergebnifs gehabt, dafs unter einer bei 14° R. aufgebrachten Last von 5082 Centner nur eine Durchbiegung von 13 mm oder $^1/_{5052}$ der Spannweite beobachtet wurde, welche eine vollkommen elastische war.

Das Gesamtgewicht der Eisenconstruction beträgt an Schmiedeeisen 957 000 kg
an Gufseisen einschliefslich Geländer 248 000 „
mithin 1 205 000 kg.

Die Gesamtkosten haben sich nach Angaben in der „Eisenbahn“ auf 2 060 000 Frs. belaufen.

Besondere Sorgfalt ist auf die Ausbildung des Geländers und der äufseren Ansichtsflächen des Brückenaufbaues überhaupt verwendet.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist das obere Pfeilergesims auch an den Trägern durchgeführt, zu welchem Zweck die Zorèseisen über den äufseren Bogenträger ausladen und zur Befestigung der gufseisernen Gesimstheile sowie der Geländer und

Candelaber in zweckmäfsiger Weise benutzt sind. Um die beabsichtigte Form durchführen zu können, ist das untere äufsere Winkeleisen der oberen Gurtung fortgelassen und statt dessen das Stehblech entsprechend verlängert. Die einzelnen Felder sind ferner mit gufseisernen Rahmen verkleidet, deren mittlere Theile dureh netzartig angeordnete Flacheisenstäbe ausgefüllt sind. Entsprechend der Pfostenstellung werden die Rahmen durch vortretende Pfeiler, welche sich auf dem Bogen erheben und oben die Geländerpfostenträger tragen, abgeschlossen. Die Ausbildung des Bogens selbst konnte sich auf Anbringung von Rosetten beschränken, da die gewählte Querschnittsform mit den überstehenden Deckplatten sowohl die Form des Bogens klar hervortreten läfst, als auch eine günstige Schattenwirkung hervorruft.

Man könnte gegen die Verkleidung der Felder einwenden, dafs hier die wahre Construction verborgen sei, indem man hinter derselben nicht Bogenfachwerksträger, sondern reine Bogenträger ohne Zwickelversteifung, vermuthen müsse, zweifellos aber giebt gerade diese Verkleidung dem Ganzen eine gewisse vornehme Ruhe und wirkt ungleich besser als das ohne dieselbe dem Auge sich darbietende Gewirr ungleich gerichteter Stäbe. Es ist daher dieser Versuch einer Schönheits-Ausbildung gröfserer Brückenbauwerke als ein sehr beachtenswerther und mit grofsem Geschick durchgeführter zu bezeichnen.

Grofse Schwierigkeiten hat s. Z. die Lösung der Frage verursacht, wie die Aufsätze auf den Widerlagern und Pfeilern auszubilden sein möchten, nachdem seitens der bestellten Begutachter es als wünschenswerth bezeichnet worden war, die stark geneigte Linie der Brücke durch kräftige Verticalen zu unterbrechen. Es sind schliefslich infolge des in der „Eisenbahn“ 1879 abgedruckten Berichtes derselben die Mittelpfeiler mit etwa 4 m hohen, die Widerlager mit etwa 5 m hohen kräftigen Aufsätzen versehen worden, von denen zunächst nur die letzteren mit mächtigen gufseisernen, von F. Schlöth in Basel ausgeführten Basilisken als Schildhalter gekrönt sind, während die ersteren vorläufig noch eines Abschlusses harren. Von der Brücke aus erscheinen diese Aufsätze sehr hoch und mächtig, in der Gesamtansicht der Brücke jedoch erfüllen sie ihren Zweck, und es dürfte wohl kaum gelingen, diesen Widerstreit besser als geschehen zu lösen.

Beachtenswerth sind noch die Gerüste, welche bei der Ausführung der Brücke von der Firma Ph. Holzmann & Co. und Gebr. Benckiser angewendet wurden; dieselben werden in ihren wesentlichsten Theilen aus den Zeichnungen auf Blatt 20 ersichtlich.

Der Transportsteg wurde 16,4 m von der Brückenmitte errichtet und die Oeffnungen so bestimmt, dafs die einzelnen Joche auch zur Befestigung der Pfeilerversetz-, Caissonversenkungs- und Aufstellgerüste verwendet werden konnten. Die hieraus sich ergebenden kleineren Oeffnungen wurden mit verzahnten Balken, die gröfseren mit sogenannten Polonceauträgern, wie sie ähnlich bei der Schwarzwasser-Brücke beschrieben sind, überdeckt. Versetz- und Aufstellgerüst waren sehr einfach und zweckmäfsig hergestellt. Besonders war dabei berücksichtigt, dafs das Gerüst der linken Oeffnung nach Beendigung des Ueberbaues dieser Oeffnung auch für die mittlere Oeffnung ohne wesentliche Aenderungen benutzbar war, um die Kosten für ein drittes Gerüst zu

sparen. Dieser Vortheil ist auch erzielt worden, da zuerst die linke Oeffnung überbaut, hierauf die rechte in Angriff genommen wurde, während dieser Zeit das Gerüst der linken Oeffnung in der Mittelöffnung aufgestellt und alsdann diese fertig gestellt wurde. Hierbei mufsten, um die Mittelpfeiler vor der Wirkung des einseitigen Schubes der Eisenconstruction der Seitenöffnungen zu bewahren, diese so lange gegen die Gerüstjoche abgestützt werden, bis das Gerüst der Mittelöffnung eingebracht war. Die gesamte Aufstellung ist auf diese Weise in $3^1/_2$ Monaten zu Ende geführt worden.

Eine nähere Beschreibung der Ausführung selbst, der durch Hochwasser bewirkten Störungen usw. findet sich in den erwähnten Quellen und kann daher hier übergangen werden. Erwähnt sei nur noch, dafs an den unteren Bogenleibungen der Brücke unter jeder Oeffnung ein fliegendes Gerüst angebracht ist, welches von einem Auflager bis zum anderen bewegt werden kann und den leichten Zugang zu allen einzelnen Brückentheilen behufs Anstrichs und sonstiger Reparaturen oder behufs Untersuchungen gestatten soll. Das Gerüst ist indessen bei der grofsen Breite der Brücke erklärlicherweise ziemlich schwer, und wird daher wohl kaum häufig benutzt werden.

Das ganze Bauwerk zeichnet sich ebensosehr durch seine grofsartigen Verhältnisse aus, als durch die vorzügliche Ausführung im ganzen und die gelungene Ausbildung im einzelnen, sodafs es unstreitig zu den hervorragendsten Ingenieurbauwerken der Schweiz gerechnet werden mufs.

Die untere Rheinbrücke in Basel ist in den Jahren 1880 bis 1882 von denselben Ingenieuren, welche die obere Brücke errichteten, erbaut worden. Dieselbe hat fünf mit Bogenträgern überspannte Oeffnungen von 42,26 m Spannweite und an beiden Ufern je eine überwölbte kleinere Oeffnung behufs Durchführung der am Rhein sich hinziehenden beiderseitigen Wege. Da aufserdem sich hier die Möglichkeit bot, die Fahrbahn nahezu waagerecht anordnen zu können, so gestaltet sich die ganze Anordnung einfacher als bei der oberen Brücke.

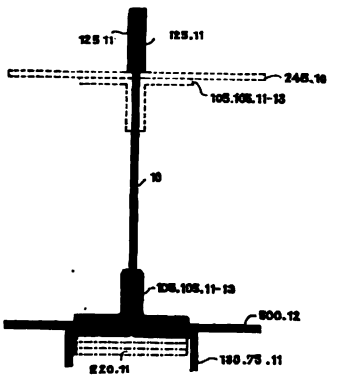
Die Strompfeiler und Widerlager sind mit Hülfe des Luftdrucks gegründet, worüber bei den Gründungen das Erforderliche mitgetheilt wurde.

Da im übrigen in der „Eisenbahn", Jahrgang 1880 Band XIII, die Lage und der Pfeilerbau sowie die auf Blatt 16 dargestellte Ansicht der Brücke bereits veröffentlicht ist, so kann hier die Mittheilung auf eine kurze Beschreibung der Eisenconstruction beschränkt werden.

Während bei der oberen Brücke fünf Träger angeordnet sind, finden sich hier, obwohl die Fahrbahn und Fufswege, wie dort, 7,60 bezw. 2,5 m breit sind, sieben Träger, von denen die die Fahrbahn tragenden mittleren vier in je 1,9 m Entfernung von einander liegen, während die äufseren in 2,2 m Abstand von jenen aufgestellt sind. Diese Anordnung hat zu einer Vereinfachung der Construction geführt, während die geringere Spannweite im Vergleich derjenigen der oberen Brücke einfachere Querschnitte der Gurtungen im Gefolge hatte.

Die durch Rechnung bestimmte Spannweite eines Bogenträgers beträgt 41,76 m und ist in 24 Felder von 1,74 m Weite getheilt. Die Pfeilhöhe ist rund $^1/_{11}$ der Spannweite, die Trägerhöhe beträgt im Scheitel 0,85 m, an den Auflagern 4,8 m.

Bogen und obere Gurtung gehen in der Nähe des Scheitels in einander über, indem die Gurtungswinkel und Platten durchlaufen, die Füllungsglieder aber durch ein gemeinschaftliches, 10 mm starkes Stehblech ersetzt werden. Der Bogen selbst hat an der Vereinigungsstelle 600 mm, am Auflager 700 mm Höhe, sodafs der Halbmesser der Bogenoberkante 59,223 m, derjenige der Unterkante 57,162 m beträgt. Der Querschnitt des Bogens hat nebenstehende Form und besteht aus:

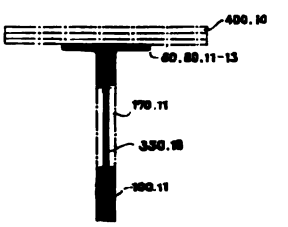


a) einem 10 mm starken Stehblech,
b) zwei Saumflacheisen von 125 × 11,
c) zwei Gurtwinkeln von 105 × 105 × 11 bis 13,
d) einer Deckplatte 500 × 12,
e) zwei unteren Winkeln von 130 × 75 × 11.

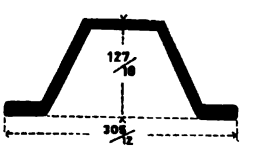
Die Anordnung der untersn Gurtwinkel erscheint insofern zweckmäfsig, als sie den Gurt besser versteift wie etwa zwei Deckplatten, selbst wenn letztere dann etwas schmaler gehalten würden.

Der Bogenquerschnitt läuft, abgesehen von der veränderlichen Stehblechhöhe, in gleichmäfsiger Stärke durch, nur an den Auflagern und im Scheitel treten Verstärkungen hinzu, die ersteren sind — — —, die letzteren — · — · — · punktirt angegeben.

Die Streben und Pfosten greifen unmittelbar am Stehblech an, wobei, um Kröpfungen zu vermeiden, Futterbleche zwischen Saumflacheisen und Winkeleisen untergelegt sind, soweit nicht die Deckbleche der an einzelnen Knotenpunkten angeordneten Stehblechstöfse diese Verrichtungen mit übernehmen. Der Querschnitt der oberen Gurtung hat nebenstehend gezeichnete Gestalt, wobei die nicht schraffirten Theile die Verstärkungen in der Nähe des Scheitels angeben. Pfosten und Streben bestehen aus je vier Winkeleisen von 80 · 80 · 9 Stärke. Die Auflager sind ganz ähnlich denjenigen der oberen Brücke und bedürfen keiner weiteren Beschreibung.



Die einzelnen Träger werden durch steif construirte, an jeder Verticale befestigte aufrecht stehende Kreuze, sowie durch waagerechte Kreuze aus 50 bezw 35 mm starkem Rundeisen, zu einem Ganzen fest verbunden, wozu die Fahrbahnverbindung ebenfalls beiträgt. Letztere besteht aus kräftigem Zorèseisen, von nebenstehendem Querschnitt, welche, 8,1 m lang, unmittelbar auf den Hauptträgern aufliegen und mit denselben mittels 15 mm starker Niete vereinigt sind.



Der Abstand der Zorèseisen von Mitte zu Mitte beträgt für die Fahrbahn 427 mm, für die Fufswege, für welche eine entsprechend leichtere Durchschnittsform verwendet ist, 295 mm.

Durch eine aufgebrachte Betonschicht und darüber hergestellte Beschotterung ist alsdann die Fahrbahn gebildet. Um bei gleicher Höhe sämtlicher Hauptträger doch eine höhere Lage des Fufsweges gegen die Fahrbahn zu erzielen, sind Zwischen-Quer-

stücke aus ⊏-Eisen über den beiden äufsersten Trägern jederseits angeordnet, welche die mit der Brückenachse gleichlaufenden Zorèseisen unterstützen und zugleich zur Befestigung des gufseisernen Abschlufsgesimses benutzt sind. Eigenartig ist hierbei die Lösung des Anschlusses der Zorèseisen an letzteres, welches durch Umlegung eines ⌒-Eisens, wie aus der Einzelzeichnung ersichtlich, in ebenso einfacher als zweckmäfsiger Weise bewirkt ist.

Die Berechnung der Construction ist auf zeichnerischem Wege unter folgenden Annahmen erfolgt:

A. Eigengewicht:

a)	Eisenconstruction (oberer Knotenpunkt)	0,150 t pro qm
b)	Steinschlag	0,700 t
c)	Eindeckung	0,075 t
		0,925 t pro qm
d)	Eisenconstruction (unterer Knotenpunkt)	0,170 t
	Summe:	1,095 t.

B. Nutzlast:

a) Menschengedränge = 0,450 t pro qm,

b) vier Wagen von 5 t Raddruck bei 3,5 m Achsenentfernung.

An Knotenpunktslasten sind hiernach gerechnet:

A. Eigengewicht.

1. Oberer Knotenpunkt $0{,}925 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}9 = 2{,}987$ t.
2. Unterer Knotenpunkt $0{,}170 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}9 = 0{,}549$ t.

B. Nutzlast.

1. Menschengedränge $0{,}450 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}9 = 1{,}453$ t.
2. Raddruck = 5 t.

Der Einfluſs der Wärme wurde für $\pm 25^0$ berechnet, und die zulässige gröfste Spannung für die einseitig beanspruchten Constructionstheile auf 750 kg eines qcm, für die übrigen auf 600 kg eines qcm festgesetzt, welche Gröfse jedoch bei den beschriebenen Abmessungen nirgends erreicht wird.

Die ganze Eisenconstruction, sehr stattlich und klar durchgeführt, entspricht ebensosehr allen Anforderungen der Wissenschaft wie der Erfahrung, sodafs dieses Bauwerk, welches ebenso wie die obere Brücke sich aufserdem durch schöne Verhältnisse und ansprechende äufsere Gestaltung auszeichnet, unbedingt den hervorragendsten Ingenieur-Bauwerken der Schweiz zugezählt werden mufs.

Die Montblankbrücke in Genf.

Dieselbe ist Anfang der sechziger Jahre nach dem Entwurf des Ingenieurs Blotnitzky erbaut. So ansprechend die Verhältnisse derselben sind, so stattlich und vortheilhaft sich das Bauwerk in seiner herlichen Lage ausnimmt, so wenig ist es constructiv bedeutend, weshalb es hier auch nur kurz beschrieben wird.

Die Brücke hat zwölf Oeffnungen, von denen die mittleren 19,5 m, die äufseren 18,3 m lichte Weite besitzen. Die Fahrbahn ist 9 m, jeder der beiderseitigen Fufswege 3,5 m breit. Für jede Oeffnung sind sechs Hauptträger angeordnet, von denen die vier mittleren in 2,80 m Abstand von einander liegen, während die äufseren von letzteren je 3,2 m entfernt sind.

Die Hauptträger sind continuirliche Balken, deren untere Gurtungen nach einem Halbmesser von ungefähr 45 m gekrümmt sind, sodafs die Pfeilhöhe etwa $^1/_{18}$ der Spannweite beträgt.

Infolge dieser Anordnung macht die Brücke den Eindruck einer Bogenbrücke, während thatsächlich nur eine senkrechte Belastung der Mittelpfeiler eintritt, was vermuthlich wegen des ungünstigen Baugrundes Bedingung für die Wahl dieser Anordnung war. Eine derartige Trägerconstruction bedingt wegen der geringen Höhe im Scheitel ein verhältnifsmäfsig sehr hohes Eisengewicht, ein Opfer, welches eben zu Gunsten einer schöneren Form des Bauwerkes gebracht worden ist, aber hätte vermindert werden können, wenn man nur die äufseren Träger in Bogenform, die mittleren aber als Parallelträger ausgebildet hätte. Es ist wahrscheinlich, dafs die schöne Wirkung der Brückenansicht hierdurch nicht wesentlich gelitten hätte, zumal bei der geringen Höhenlage der Brücke über dem Rhonespiegel und der Höhe der meisten für die Ansicht benutzbaren Standpunkte eine derartige Anordnung schwerlich sehr bemerkbar gewesen wäre. Man hat indessen auf eine derartige Ersparnifs, welche allerdings im Vergleich zu den Gesamtkosten des Bauwerks eine erhebliche Gröfse nicht erreicht haben würde, zu Gunsten der klaren Wirkung der Bogenform verzichtet und sämtliche Träger gleich gestaltet.

Die Gurtungen haben T förmigen Querschnitt, und zwar besitzt die obere 210 mm, die untere 370 mm Höhe des Stehblechs bei 13 mm Stärke desselben. Beide Gurtungen haben Winkel von $130 \cdot 90 \cdot 13$ sowie Deckplatten von 320×10 mm Stärke, deren Anzahl am Auflager zwei, am Scheitel sechs beträgt. Im mittleren Theil der Träger gehen obere und untere Gurtung in einander über, während im übrigen jeder Träger durch die Verticalversteifungen der Gurtungen bezw. durch die anschliefsenden Querverbindungen in sechszehn Felder getheilt ist. Diagonalstreben in der Trägerwand sind nicht angewendet, sodafs sich zwischen den Verticalversteifungen trapezförmige Oeffnungen mit abgerundeten Ecken in der Trägerwand ergeben. Die Versteifungen bestehen, wie aus der Zeichnung auf Blatt 16 ersichtlich ist, aus je zwei auf den Stehblechen der oberen und unteren Gurtung befestigten Blechen und zwei aufgenieteten T-Eisen, welche oben und unten umgebogen sind, um noch eine Vernietung an die waagerechten Schenkel der Gurtungswinkel zu ermöglichen, was ebenso umständlich als überflüssig ist.

Die Querverbindungen, welche an jeder zweiten Gurtungsaussteifung, an den Auflagern aber doppelt angebracht sind, haben die aus Blatt 16 ersichtliche Form, bei welcher wiederum Biegungen der Winkel vorgenommen sind. In der Mitte über dem Auflager befindet sich noch eine besondere Querverbindung aus vollem Blech mit aufgelegtem ⊥-Eisen.

An der oberen Gurtung ist ein waagerecht liegender Kreuzverband in ungewöhnlicher und wenig empfehlenswerther Weise angebracht. Die Stäbe dieses Verbandes, kräftige ⊥-Eisen, sind nämlich an das Stehblech der oberen Gurtung und zwar dicht neben den aufrechten Aussteifungsblechen, also an denjenigen Stellen, wo keine Querverbindungen vorhanden sind, genietet, dann geknickt nach der oberen Gurtung der nächsten Querverbindung geführt und dort an ein Blech befestigt.

Behufs Bildung der Fahrbahn sind zwischen je zwei Hauptträgern vier Zorèseisen in der Richtung der Brückenachse gelegt. Die Zwischenräume zwischen denselben sind durch Steinplatten, welche auf die waagerechten Flanschen gelegt sind, geschlossen; über denen folgt dann das Schotterbett. Diese Steinplatten sind schon mehrfach geborsten und an einigen Stellen durch kleine Stücke von Zorèseisen ersetzt, woraus man schliefsen mufs, dafs die Hauptzorèseisen in zu grofsen Abständen von einander angeordnet sind. Kann hiernach auch die Eisenconstruction nicht als zweckmäfsig durchgebildet bezeichnet werden, wobei allerdings berücksichtigt werden mufs, dafs die Ausführung der Brücke in eine Zeit fiel, in welcher die wissenschaftliche Begründung der eisernen Brückenconstructionen sich erst in dem Beginn ihrer Entwicklung befand, so verdienen die geschickte und gelungene Gesamtanordnung des Bauwerks, die architektonische Ausbildung der Pfeiler und die vortreffliche Ausführung, wie schon Eingangs erwähnt, um so rückhaltlosere Anerkennung.

Eine ähnliche, aber wesentlich verbesserte Construction zeigt

Die neue Quaibrücke in Zürich.

Dieselbe wird zur Zeit nach dem in der „Eisenbahn“ Jahrgang 1882 veröffentlichten Entwurf des schon mehrfach erwähnten Ingenieur Lauter von den Firmen Ph. Holzmann & Co. in Frankfurt a/M., Benckiser in Pforzheim und Schmid-Kerez in Zürich unter besonderer Leitung des Ingenieurs Mast zum Uebernahmepreis von 860 000 Francs ausgeführt. Sie übersetzt im Anschlufs an die geplanten grofsartigen Quaianlagen die Limmat an ihrem Ausfluſs aus dem Zürichsee, erhält fünf Oeffnungen und zwar eine Mittelöffnung von 26,5 m Weite und je zwei Seitenöffnungen von 24,75 m bezw. 22,5 m Weite. Der Aufbau der Pfeiler, sowie deren bemerkenswerthe Gründung ist bereits bei den „Gründungen“ eingehend beschrieben worden, sodafs hier nur einige kurze Bemerkungen über den Eisenverband, welcher demnächst wohl eine ausführliche Veröffentlichung von berufener Seite erfahren wird, anzuführen bleiben.

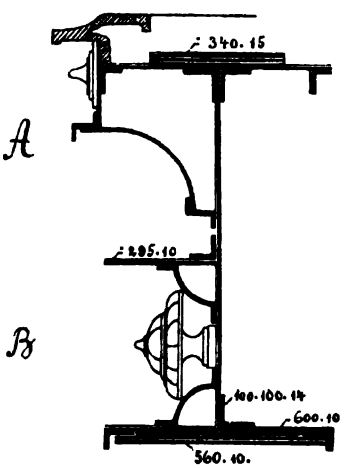
Die Brückenbahn besitzt 20 m Breite zwischen den Geländern, wovon 12 m auf die Fahrbahn und je 4 m auf die beiderseitigen Fufswege entfallen. Zur Unterstützung der Brückenbahn sind sechs continuirliche Hauptträger angeordnet, von denen vier die Fahrbahn, zwei die Fufswege tragen. Die Hauptträger sind vollwandige Blechträger mit gerader oberer Gurtung und mit nach Kreisbögen gekrümmter unterer Gurtung, wodurch die Brücke die Form einer Bogenbrücke erhalten hat. Die Höhe der Träger beträgt am Auflager etwa 3,40 m, am Scheitel 0,95 m. Der Querschnitt besteht aus einem Stehblech von 10 mm Stärke, aus vier Winkeleisen von $100 \cdot 100 \cdot 14$ mm und aus aufgelegten Deckplatten von 850 mm Breite und 10 bis 13 mm Stärke. Von

letzteren sind im Scheitel für die obere Gurtung fünf, für die untere sieben Stück angeordnet. Die Endträger jeder Oeffnung, welche nur die Zorèseisen der Fufswege zu tragen haben, sind entsprechend leichter hergestellt. In waagerechten Abständen von 1,75 m ist das Stehblech der Träger durch aufgenietete kräftige Formeisen, welche gleichzeitig zum Anschlufs der Querträger und der lothrechten Versteifungskreuze benutzt sind, abgesteift. Die Querträger sind leichte Blechträger, auf welchen Zorèseisen ruhen.

Die Fahrbahn selbst ist durch Aufbringung einer Betonschicht nnd durch eine darauf ruhende Kiesdecke hergestellt. Wie schon erwähnt, sind die Fufsstege von der Fahrbahn vollständig getrennt, weshalb die Erschütterungen und Schwankungen der letzteren beim Befahren mit schweren Lasten sich nicht auf die ersteren fortpflanzen.

Die Auflager sind auf den beiden mittleren Pfeilern fest, auf den übrigen Pfeilern auf Rollen beweglich.

Eigenartig ist die Ausbildung der Ansichtsflächen der Eisenconstruction. Dieselbe erfolgt nach nebenstehender Zeichnung im wesentlichen nur durch Anwendung von Blechen und Formeisen. Der obere Theil *A* läuft als Gesims mit der Fahrbahn gleichlaufend durch, während Theil *B* der Bogenform der unteren Gurtung sich anschliefst. Die durch die erwähnten Verticalversteifungen der Stehbleche entstehenden Felder von 1,75 m Breite sind auch äufserlich durch rahmenförmig aufgenietete Flach- und Formeisen zur Erscheinung gebracht. Mit wenig Mitteln ist so des Eisens Eigenthümlichkeit in der Form aufs Beste behandelt, die Ansichtsfläche wirksam ausgebildet und eine kräftige Schattenwirkung erzielt.

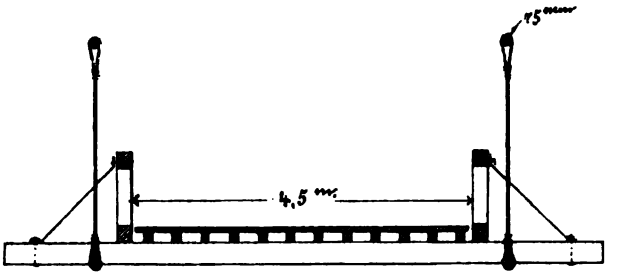


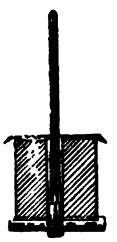
D. Hängebrücken.

Die Anzahl der schweizerischen Hängebrücken ist eine beschränkte, am zahlreichsten sind dieselben im Canton Freiburg vertreten, vielleicht weil hier noch die Nähe der beiden berühmten Freiburger Drahthängebrücken besonders anregend gewirkt hat. In den übrigen Cantonen finden sich einzelne Hängebrücken von älterer Bauweise, welche indessen zum Theil in nicht zu langer Zeit durch Balkenbrücken ersetzt werden sollen, ein Schicksal, das z. B., wie bereits erwähnt, u. A. die bekannte Hängebrücke, welche früher in Genf von dem pont des bergues nach der Rousseau-Insel führte, ereilt hat, indem an deren Stelle eine Blechträgerconstruction im vorigen Sommer getreten ist.

Zu den älteren Hängebrücken gehören aufser den im Canton Freiburg befindlichen, im Canton Aargau die Drahtseilbrücke bei Aarburg, von 68 m Spannweite, und die Kettenbrücke in Aarau, von 97 m Weite, welche etztere im Jahre 1850 von Dolfufs erbaut ist und beiläufig jährlich 1500 Frcs. Unterhaltungskosten erfordert, sowie ferner

im Canton Waadt eine Drahthängebrücke bei St. Triphon. Letztere hat etwa 63 m Spannweite und eine Fahrbahnbreite von 4,5 m; die beiden Kabel, welche über gemauerte 1 m im Geviert starke Pfeiler gespannt sind, haben je 75 mm Durchmesser und bestehen aus gleichlaufenden Drähten. Die Hängestangen, ebenfalls aus Drahtseilen, sind in 1 m Entfernung von einander angeordnet, und tragen, wie dies aus den nebenstehenden Zeichnungen ersichtlich, die Querträger der Fahrbahn. Das Geländer, welches nebenbei zur Versteifung dienen soll, ist ein hölzerner Fachwerksträger; die Brücke schwankt indessen nicht unerheblich. Da aufserdem dem Vernehmen nach auch die Festigkeit der Kabel namentlich an den Verankerungsstellen infolge der Witterungseinflüsse, gelitten haben soll, so wird beabsichtigt, die Brücke in ähnlicher Weise umzugestalten, wie dies mit Erfolg bei der grofsen Freiburger Drahtbrücke geschehen ist.





Aufser den vorstehend erwähnten Bauwerken wäre noch der bekannte Kettenhängesteg über die Aare bei Bern aufzuführen, welcher bei 2,2 m Breite, 57,6 m Spannweite und gufseiserne Pendelpfeiler besitzt. Dieses stattliche Bauwerk ist indessen in der schweizerischen polytechnischen Zeitschrift, IV. Band, so eingehend beschrieben und in Bauernfeind's Vorlegeblättern zur Brückenbaukunde, II. Auflage 1872, so eingehend dargestellt, dafs hier von einer weiteren Beschreibung abgesehen werden kann.

Drahtbrücke in Freiburg.

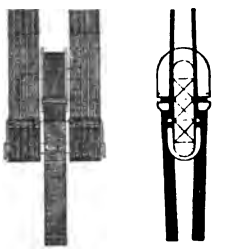
Von den Hängebrücken des Cantons Freiburg ist die von Chaley 1835 erbaute grofse Drahtbrücke in Freiburg die bekannteste, da sie, wohl die bedeutendste Drahthängebrücke in Europa, wiederholt in verschiedenen Zeitschriften, zuletzt auch in den wesentlichsten Theilen in dem Handbuch der Ingenieurwissenschaften von Schäffer und Sonne veröffentlicht ist. Letztere Veröffentlichung giebt indessen, wie die früheren, nur ein Bild der ursprünglichen, nicht der heutigen Brücke, da die verschiedenen wesentlichen Veränderungen, welche im Laufe der Zeit an derselben vorgenommen wurden, nicht erwähnt sind. Eine kurze Erwähnung derselben findet sich im Bulletin de la société Vandoise des ingénieurs et des architectes 1881 p. 11 und in den Nouvelles annales de la construction 1881.

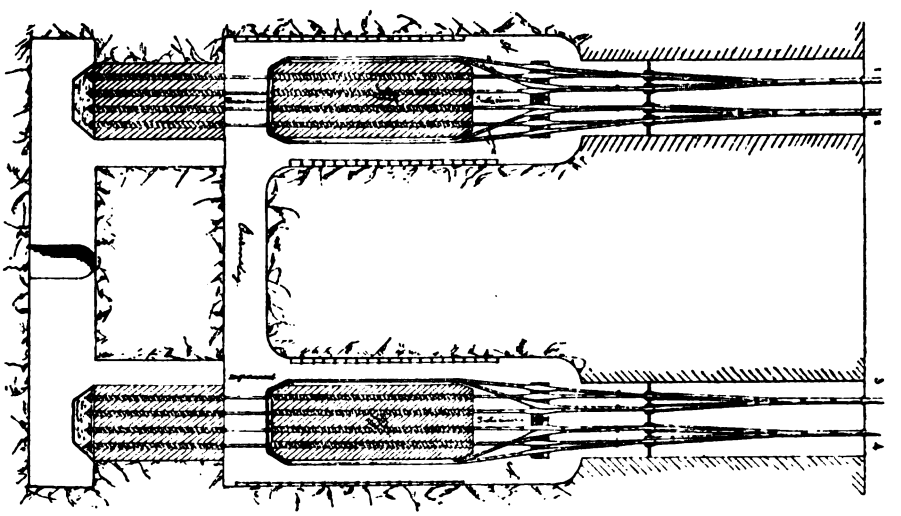
Da diese Veränderungen lebhaftes Interesse bieten, so seien dieselben unter Benutzung einiger mir von dem leitenden Ingenieur Grémaud gütigst gewährten Mittheilungen und Zeichnungen hier etwas näher besprochen.

Die Brücke, deren Fahrbahn 51 m über der Saane liegt, besitzt eine Hauptöffnung von 246,26 m lichte Weite. Auf jeder Seite der Fahrbahn waren von dem Erbauer zwei Hängekabel von je etwa 135 mm Durchmesser, aus je 1086 Drähten Nr. 18

bestehend, angeordnet, welche die Brückenöffnung überspannen und etwa 19 m Pfeilhöhe besitzen.

Die erste Abänderung betraf lediglich die Verankerung der Kabel und wurde bereits im Jahre 1852 vorgenommen. Die ursprüngliche von Chaley angewendete Verankerung ist bekanntlich in der Weise ausgeführt, dafs die beiden Tragkabel zu jeder Seite der Brücke sich in den zu den Verankerungen führenden Stollen in je vier Theile auflösen, von denen je zwei an ihrem Ende um einen aus drei Theilen bestehenden eisernen Splint von 320 mm Höhe und 80 mm Stärke geschlungen sind, an dem gleichzeitig eins der vier Verankerungsseile angreift, wie dies nebenstehend gezeichnet ist. Letztere sind 25 m lang und bestehen je aus 528 Drähten von 3,8 mm Durchmesser, welche ein Kabel von 10 cm Durchmesser bilden. Dieselben sind alsdann über Rollen in einen senkrechten, 16 m tiefen, im Fels ausgearbeiteten Schacht geführt, in welchem drei umgekehrte kleine Gewölbe eingespannt sind, um den Zug, welchen die am unteren Schachtende angebrachten Anker ausüben, auf die anstofsenden Felswände zu übertragen. Diese Anordnung hat jedoch den Nachtheil, dafs die im Mauerwerk liegenden Kabeltheile unzugänglich sind, was um so ungünstiger ist, als gerade die im Schacht befindlichen Seile durch die Einflüsse der





Feuchtigkeit und der Luft am meisten zu leiden haben, mithin am ehesten wiederholter Untersuchungen bedürfen. Dieser Umstand in Verbindung mit dem Bekanntwerden einiger Brückeneinstürze in Frankreich, deren Ursachen auf die Zerstörung der Kabel durch Rost zurückzuführen waren, veranlafste die Brückenaufsichtsbehörde, eine Verstärkung der Verankerung auszuführen. Wie aus obenstehender Zeichnung ersichtlich, ist dieselbe in der Weise erfolgt, dafs man neue Kabel von der Anzahl und Stärke der alten anbrachte, wobei jedoch die Verankerung selbst gegen die bestehende dahin

geändert wurde, dafs die neuen Kabel die Steinmasse umfassen, also an jeder Stelle dem Auge sichtbar sind. Zu diesem Zweck wurde je ein neuer Schacht A abgeteuft und die so gebildeten vier Schächte wurden an jedem der beiden Widerlager durch einen Querschlag ungefähr in halber Höhe der ganzen Tiefe verbunden. Die neuen Kabel umfassen nun in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise den Steinkörper B, an welchem zur Vermeidung des Einfressens des Seiles in den Stein sowie zur Uebertragung des Drucks auf eine gröfsere Fläche und behufs sanften Uebergangs der Richtungsänderungen eiserne, geeignet geformte Futterstücke befestigt sind.

Es mag hier bemerkt werden, dafs bei allen Erneuerungen von Verankerungen der Hängebrücken, sowie bei Neuausführungen im Canton Freiburg die Verankerung stets in der beschriebenen Weise mittels unmittelbaren Umfassens eines Mauerklotzes oder Felstheiles durch die Kabel und nicht mehr durch Ankersplinte erfolgt, um eben die Verankerungskabel stets bequem untersuchen und nöthigenfalls ausbessern bezw. gegen Sauerstoffverbindung schützen zu können.

Bei einigen neueren Brücken legen sich die Ankerkabel gegen die Köpfe von Schienenstücken, welche am Mauerwerk befestigt sind, und den Druck übertragen.

Dafs übrigens jene Verstärkung der Verankerung keineswegs überflüssig war, beweist die Thatsache, dafs, wie man heute noch sehen kann, eins der ursprünglichen Kabel in der That gerissen ist. Die Entdeckung dieses, übrigens einige Zeit unbemerkt gebliebenen Unfalles, sowie beobachtete stärkere Formveränderungen der Brücke und der Umstand, dafs bei dem für das Jahr 1881 in Freiburg in Aussicht genommenen Schützenfest eine stärkere Belastung der Brücke unvermeidlich schien, bestimmten die Aufsichtsbehörde, eine umfassende Verstärkung sämtlicher tragenden Theile vorzunehmen, welche auch kurz vor Beginn des Schützenfestes von den Unternehmern Chappuis & Wolff in Nidau vollendet wurde. Die Verstärkung besteht in der Anordnung je eines neuen Kabels in einer Entfernung von etwa 50 cm über den beiden alten jeder Brückenseite.

Während bei der Bestimmung der Kabelstärken der alten Brücke aufser dem Eigengewicht der Fahrbahn von 300 t nur eine zufällige Belastung der Fahrbahn von 100 kg auf 1 qm angenommen wurde, ist das neue Kabel für eine zufällige Last von 200 kg auf 1 qm unter der Annahme berechnet, dafs die halbe Gesamtlast von den alten Kabeln getragen wird, die zulässige gröfste Spannung der Drähte aber 1800 kg auf 1 qmm nicht übersteigen solle.

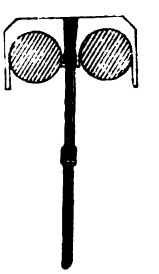
Der Querschnitt der beiden je 19 cm Durchmesser haltenden Kabel besteht hiernach je aus 2238 Drähten Nr. 18 von 3,4 mm Durchmesser, für welche eine Zugfestigkeit von 75 kg auf 1 qmm vorgeschrieben war. Da die höchste Spannung in den beiden neuen Kabeln zusammen nach Grémaud etwa 724 t, der Gesamtquerschnitt beider Kabel 40637,5 qmm beträgt, so beläuft sich die höchste Spannung der Drähte auf rund 17,8 kg für 1 qmm, während vor der Verstärkung die alten Kabel der Brücke durch das Eigengewicht mit etwa 17,5 kg, bei Vollbelastung mit etwa 27 kg beansprucht wurden. Das Gewicht des neuen Kabels beträgt für 1 m 158,495 kg.

Die Enden der Drähte sind durch Ueberspinnen auf eine Länge von 10 cm mit einander verbunden. Im übrigen ist jeder Draht einzeln aufgebracht, und die Kabel-

bildung durch 374 umgelegte Binden — aus in glühendem Zustande aufgebrachten Drahtumwickelungen bestehend —, erfolgt.

Während die alten Kabel auf den Pfeilern aufgelöst sind und in Form eines etwa 80 cm breiten Bandes über die angebrachten drei Trommeln laufen, hat man es vorgezogen, das neue Kabel nicht zu öffnen, sondern unmittelbar auf einen gufseisernen Sattel zu lagern, dessen Lagerfläche entsprechend gekrümmt ist. Dieser Sattel ruht auf fünf je 2 m langen I-Trägern, welche in je 200 mm Entfernung von einander angeordnet, durch vier an den Stegen befestigte Flacheisen mit einander verbunden sind und ihrerseits auf zwei je 70 mm starken, 1,1 m langen und 50,0 cm breiten Platten aufliegen. Diese I-Eisen bilden infolge der auf die waagerechten Flanschen geschraubten Futterstücke, deren Oberflächen einem Cylindermantel von 293 mm Durchmesser angehören, Pendel, welche eine gewisse Beweglichkeit des Auflagers gestatten sollen. Diese Beweglichkeit ist indessen in der That nicht wirksam geworden, sondern es haben sich die Drähte entsprechend ausgedehnt. Dies ist übrigens dadurch erklärlich, dafs die Auflagerplatten der I-Träger nicht eine waagerechte Oberfläche haben, sondern dafs die letztere unter jedem Träger nach einem Halbmesser von 420 mm gekrümmt ist, sodafs bei einer Schiefstellung der Pendel der Sattel, auf welchen durch das Kabel ein Druck von 245 t ausgeübt wird, um eine leicht zu berechnende Gröfse gehoben werden müfste. Es wäre daher wohl zweckmäfsiger gewesen, der Auflagerplatte eine ebene waagerechte Oberfläche zu geben. Die weiteren Einzeltheile der Auflagerconstruction auf den Pfeilern sind aus der Zeichnung auf Blatt 21 ersichtlich. Für die Verankerung sind nicht Drahtseile, sondern schmiedeeiserne Ketten in der Weise angewendet, dafs jedes Kabelende an zwei Ketten angeschlossen ist. Diese Ketten laufen vor Eintritt in die senkrechten Schächte durch Vermittlung besonders gestalteter Kettenglieder über entsprechend geformte gufseiserne Sättel und gehen hierauf in die Schächte hinab, an deren Ende sie mit vier I-Eisen von 500 mm Höhe, welche sich mittels starker gufseiserner Platten gegen den darüber befindlichen Fels stützen, kräftig verankert sind.

Angebrachte Regelungsvorrichtungen gestatten eine gewisse Veränderlichkeit der Kettenlänge.



Die Hängestangen, deren Anzahl nicht vermehrt ist, greifen abwechselnd an den beiden alten Kabeln und am neuen Kabel an, um eine möglichst gleichmäfsige Vertheilung der Last auf beide Systeme zu erreichen. Hierbei ist zu bemerken, dafs die alte, von Chaley angewendete Befestigung der Hängeseile an den Kabeln mittels nebenstehend scizzirter eiserner Halter sich insofern nicht bewährt hat, als wegen des schiefen Angriffs der Kraft das innere Kabel stärker angespannt wurde als das äufsere, die beabsichtigte gleichmäfsige Vertheilung der Last auf die beiden Kabel daher in Wirklichkeit nicht stattfand und infolge dessen auch eine ungleiche Formänderung beider Kabel eingetreten ist.

Die für das neue Kabel entsprechend verlängerten Hängeseile greifen mittels Schlingen mit darunter liegenden schützenden Metallplatten um dasselbe herum, und

umfassen unten den Querbalken. Eine angebrachte Regelungsvorrichtung gestattet ein Anspannen der Hängeseile.

Die Hauptschwierigkeit der Ausführung bestand darin, die beabsichtigte Höhenlage der neuen Kabel von etwa 50 cm über den alten, welches Mafs mit Rücksicht auf die bequeme Anordnung der Auflager und der Hängekabel gewählt wurde, auch wirklich zu erzielen, da nicht sicher festgestellt werden konnte, um wie viel sich die alten Kabel nach der Entlastung heben würden. Die betreffende Höhenlage ist indessen genau genug erreicht worden, da die Kabel in der Mitte z. Z. etwa 46 cm auseinander liegen. Ungünstig jedoch ist der Umstand, dafs die Angriffspunkte der abwechselnd an dem alten und dem neuen Kabel anfassenden Tragseile an jedem Kabel etwas weit auseinander liegen, also schärfere Krümmungen der Kabel hervorrufen als die frühere Befestigungsweise.

Ueber das Resultat der nach dem Umbau am 19. Juli 1881 erfolgten Probebelastung finden sich im Bulletin de la société Vandoise des ingenieurs et des architectes 1881 einige Bemerkungen, nach welchen die aufgebrachte Last an mit Wasserfässern beladenen Wagen, sowie einschliefslich des Gewichts der Personen 160 t, also etwa 100 kg auf 1 qm betrug.

Die gröfste Durchbiegung (44 cm) machte sich fühlbar, als die Colonne das dritte Viertel der ganzen Länge erreicht hatte. Die gröfste Senkung des Scheitels bei Vollbelastung betrug 32 cm, die elastische 22 cm, also die bleibende 10 cm.

Die Gotteronbrücke bei Freiburg, in unmittelbarer Nähe der vorbeschriebenen Brücke, ebenfalls die Saane überschreitend, hat 200 m Spannweite und ist nächst letzterer die gröfste Drahtbrücke der Schweiz.

Die 4,8 m breite, etwa 75 m über der Thalsohle liegende Fahrbahn wird von vier Drahtkabeln, deren jeder aus 500 Drähten derselben Stärke wie bei der grofsen Drahtbrücke besteht, getragen, welche auf beiden Seiten unmittelbar in die Molasse-Felsen verankert sind. Die Aufhängepunkte liegen auf beiden Seiten in verschiedener Höhe, sodafs man von weitem nur eine Hälfte der Drahtbrücke zu sehen glaubt. Da Zwischenpfeiler vollständig fehlen, so zeichnet sich die Brücke dadurch aus, dafs sie im ganzen nur etwa 2 bis 3 cbm Mauerwerk enthält. Im übrigen ist die, ebenfalls von Chaley herrührende Anordnung der Einzeltheile ganz ähnlich wie die des grand pont. Der Zustand der Brücke ist z. Z. ein sehr mangelhafter. Die Endhängestangen sind schlaff und tragen nichts. Die ganze Brücke hat namentlich durch Sturm sehr gelitten und schwankt so bedeutend, dafs bei heftigem Wind der Uebergang ohne grofse Geistesgegenwart nicht räthlich ist. Es wird daher beabsichtigt, auch an dieser Brücke eine Umgestaltung ähnlich derjenigen des grand pont zur Ausführung zu bringen.

Die Drahtbrücke von Corbières, ebenfalls von Chaley erbaut und über die Saane führend, hat 119,2 m Spannweite, 4,6 m Breite und ist in der Ausführung den beiden vorher beschriebenen sehr ähnlich. Auch hier hat die Verankerung, welche auf dem linken Ufer in Felsen, auf dem rechten im Mauerwerk stattfindet, eine nachträgliche Verstärkung erfahren, wobei wie bei derjenigen des grand pont besondere Rücksicht auf leichte Zugänglichkeit aller Verankerungstheile genommen worden ist.

Die Unterhaltung der drei vorgenannten Brücken wird von der Cantonsregierung bewirkt. Die Kabel müssen innen und aufsen von Zeit zu Zeit sorgfältig eingefettet und mit einem äufseren Anstrich versehen werden. Zu diesem Zweck werden zunächst die Binden gelöst, hierauf sorgfältig das Kabel mittels eines Meifsels geöffnet und die kochend erhaltene Mischung von Oel und Talg in das Innere des Kabels eingebracht. Für den Anstrich verwandte Chaley s. Z. weifse Oelfarbe und er bemerkt hierzu in seiner Abhandlung über den grand pont,*) dafs die weifse Farbe sich deshalb empfehle, weil sie die Sonnenstrahlen weniger aufnehme als eine dunkele Farbe, und aufserdem Rostanschläge leichter erkennen lasse. Man ist indessen doch von dem Oelfarben-Anstrich abgegangen, weil die Farbe sich ablöste und nach kurzer Zeit schon keinen wirksamen Schutz mehr bot. In neuerer Zeit werden die Kabel mit einem Theeranstrich (Goudron) versehen, welcher sich namentlich auch bei den in den feuchten Schächten befindlichen Ankerkabeln vortrefflich bewähren soll. Der Theer wird vor der Verwendung sorgfältig gereinigt, namentlich von allen sauren Bestandtheilen befreit und hinsichtlich seiner geeigneten Beschaffenheit chemisch untersucht.

Sehr bedeutend sind die Unterhaltungskosten der Fahrbahn und der dieselben tragenden hölzernen Querbalken. Letztere werden durchschnittlich alle 8 bis 10 Jahre durch neue ersetzt.

Die Kosten der Unterhaltung der drei Brücken sollen jährlich durchschnittlich 10 bis 12 000 Frcs. betragen.

Aufser diesen in Cantonsstrafsen liegenden Brücken sind im Canton Freiburg noch eine ganze Anzahl von Drahtbrücken vorhanden, welche von Privaten erbaut und von denselben unter Aufsicht der Cantonsregierung unterhalten werden.

Mit Ausnahme des pont de Corpateaux, 6 km südlich von Freiburg, welche Brücke behufs Ausbeutung eines Tuffsteinbruchs errichtet, 88 m Weite, 2,8 m Breite und $^1/_{12}$ Pfeilhöhe besitzt, sind sämtliche fraglichen Brücken nur für den Fufsgängerverkehr bestimmt (passerelles).

Die Corpateaux-Brücke ist nur für eine gleichmäfsig vertheilte Last von 67 kg auf das qm berechnet, (mit Rücksicht darauf, dafs sich zwei Wagen auf der Brücke nicht kreuzen können und die Beförderung schwerer Lasten infolge des schlechten Zustandes der Zufahrtswege ausgeschlossen ist). Die Abmessungen sind daher aufserordentlich geringe, indem die vier Tragseile je aus 100 Drähten Nr. 18 bestehen. Im übrigen bietet die Construction nichts besonders Bemerkenswerthes.

Die Passerelles (Fufsstege), von denen einige nach von Herrn Ingenieur Grémaud zur Verfügung gestellten Skizzen auf Blatt 21 dargestellt sind, zeigen sämtlich sehr leichte Verbände, bei denen der Fufssteg je nach den örtlichen Verhältnissen entweder an die Tragseile angehängt, oder auf dieselben aufgesetzt ist. Im ersteren Falle dienen die Kabel häufig aus Sparsamkeits-Rücksichten gleichzeitig als Geländer, indem die Laufbahn gleichlaufend mit der Kabelkrümmung liegt. Wo zur Verankerung geeignete Widerlager nicht vorhanden waren, sind solche aus Mauerwerk oder Beton hergestellt.

---

*) Pont suspendu de Fribourg par Chaley, Paris 1839.

Als Zwischenpfeiler zur Aufhängung der Kabel dienen in einigen Fällen behufs Verminderung der Anlagekosten sowie aus Mangel natürlicher fester Widerlager eichene Böcke.

Für die Berechnung sind meist sehr geringe Belastungen zu Grunde gelegt, wie aus der nachstehenden Tabelle über die wichtigsten Fufsstege der Cantons hervorgeht. Dafs gröfsere Belastungen als die angenommenen auftreten könnten, ist allerdings deshalb nicht zu befürchten, weil bei gleichzeitigem Betreten der Brücken durch eine gröfsere Zahl von Personen die Schwankungen so grofs werden, dafs man stets aus eigenem Antrieb vorziehen wird, den Steg nur mit Vorsicht zu überschreiten.

Die Drähte werden meist 3,0 bis 3,4 mm stark genommen, wobei für dieselben eine Festigkeit von 75 kg auf 1 qmm vorgeschrieben wird. Die zulässige Beanspruchung ist meist zwischen 18 und 20 kg auf 1 qmm festgesetzt worden.

Passerelle	Länge m	Breite des Steges m	Anzahl der Drähte eines Kabels	Durchmesser eines Drahtes	Berechnet für eine Last von Personen	Kosten Frcs.	
du Barrage . . .	34	1,2	95	3,4	39	5000	Fig. 5 Blatt 21
d'Hauterive . . .	50	0,8	—	—	—	—	„ 4 „ „
de la Pisciculture	53,28 / 91,59	rot 1 m	64	3,4	—	—	„ 2 „ „
de Rossens . . .	91,8	„	40	3,4	10	1800	„ 1 „ „
d'Invuaz	62,3	„	—	—	—	—	„ 6 „ „
des Neigles . . .	78	„	30	3,4	20	2500	„ 3 „ „
de Lessoc . . .	40	„	—	—	—	1000	„ 8 „ „

Die Fufsstege*), meist ohne Versteifung, schwanken natürlich sehr erheblich und gestatten auch nur eine gleichzeitige Benutzung durch sehr wenige Personen. Allein sie sind so wohlfeil (20 bis 30 Frcs. für das lfd. m bei einfachster Ausführung), dafs sie auch in neuester Zeit im Canton Freiburg noch mit grofser Vorliebe da errichtet werden, wo die Verkehrsverhältnisse die Anlage eines Steges wünschenswerth, die vorhandenen Mittel dagegen eine theuerere, wenn auch festere Construction nicht ausführbar erscheinen lassen.

Neuerdings werden auch in anderen Cantonen Drahtseilfufsstege errichtet, so z. B. ein solcher bei Bruggen im Canton St. Gallen, welchen ich während seiner Aufstellung zu sehen Gelegenheit hatte. Derselbe ist auf Blatt 21 skizzirt; er überspannt die Sitter mit einer Oeffnuug von 66 m Weite und wird von zwei in 1,2 m Abstand von einander angeordneten aus sechs Litzen gedrehten Drahtseilen von 44 mm Durchmesser getragen, welche auf zwei schmiedeeiserne Pfeiler gehängt und gegen Betonklötze verankert sind. Die Pfeiler, deren Einzel-Construction aus den Zeichnungen ersichtlich ist, sind auf eingerammten I-Eisen in der auf der Skizze Blatt 21 veranschaulichteu einfachen Weise befestigt und tragen an ihrem oberen Ende behufs Aufnahme der Kabel entsprechend geformte Gufsstücke. Die Kabel endigen auf beiden Ufern in Regelungsvorrichtungen,

*) vgl. Revue Scientifique Suisse 1878, pag. 146. A. Grémaud, les ponts et passerelles suspendus du canton de Fribourg.

deren Einzeltheile, ebenso wie die der Verankerung aus den Skizzen ersichtlich sind. Die Seilenden, welche aufgedreht einen Kegel bilden, sind in einer Hülse mit einer Legirung vergossen. Die in 1,1 m Entfernung angeordneten Hängestangen sind aus Rundeisen hergestellt, mittels Schellen an die Tragseile, und mit ihrem unteren Ende zwischen zwei Winkeleisen befestigt, welche letztere unmittelbar die Laufbohlen tragen. Das Geländer wird von einem Fachwerksträger gebildet, welcher gleichzeitig zur Versteifung dient. Aufserdem ist zwischen den die Laufbohlen tragenden Winkeleisen ein waagerecht liegender Verband angeordnet. Alles Weitere ist aus den Zeichnungen ersichtlich. Die Ausführung des Bauwerks ist von der Façonschmiede in Romanshorn bewirkt worden.

Eine ganz ähnliche Construction ist für die Ueberbrückung des Rheins zwischen Dachsen und Nohl projectirt worden, (vgl. die Skizze Blatt 21), wobei indessen die eisernen Ständer nicht wie bei der Sitterbrücke ein festes, sondern ein bewegliches Auflager, welches eine pendelnde Bewegung gestattet, erhalten sollten. Der Entwurf ist indessen zunächst noch nicht zur Ausführung gelangt.

IV. Gewölbte Brücken.

Wenn man die in der Schweiz häufigen, Jahrhunderte alten steinernen Brücken betrachtet, so kann man sich des Gedankens nicht erwehren, dafs die alte Kunst des Baues gewölbter Brücken sich im Grofsen und Ganzen im Laufe der Zeit recht wenig verändert hat, und dafs, abgesehen von der Erleichterung, welche die modernen Hülfsmittel und der heutige Stand der Wissenschaft für die Ueberbrückung gröfserer Weiten gewähren, wesentliche Vervollkommungen eigentlich nicht zu verzeichnen sind.

Obwohl es an bedeutenden gewölbten Bauwerken in der Schweiz nicht fehlt, bieten sie in constructiver Hinsicht doch nichts Auffallendes, da sie von ähnlichen Ausführungen anderer Gegenden nicht wesentlich abweichen. Eine eingehende Beschreibung und Zusammenstellung derselben könnte daher wohl in geschichtlicher oder statistischer Beziehung von Werth sein, würde indessen das Interesse des Ingenieurs kaum zu erwecken vermögen. Es erscheint daher wohl gerechtfertigt, hier nur kurze Zeit bei der Betrachtung jener Bauwerke zu verweilen.

Die wichtigsten gewölbten Strafsenbrücken finden sich in Bavier's Werk über die Strafsen der Schweiz, wenn auch nicht erschöpfend, so doch in der grofsen Mehrzahl angegeben. Es sind darunter mehrere sehr alte Brücken, welche noch jetzt benutzt werden, und eine Reihe von Beispielen aus neuerer Zeit, welche theils durch die erheblichen Abmessungen der Bauwerke, theils durch deren kühne Anordnung sich auszeichnen. Zu diesen gehören u. A. die bekannte Nydeckbrücke in Bern, welche von Ingenieur Müller in den Jahren 1841 bis 1844 erbaut wurde, und deren bedeu-

tende Lichtweite von 47 m der Mittelöffnung den gröfsten bestehenden Weiten steinerner Brücken beigezählt werden mufs. Die Brücke ist ausführlich beschrieben in Müller, Geschichte der Erbauung der Nydeckbrücke in Bern, Zürich 1848 und 45.

Ferner gehört hierher der Glane-Viaduct bei Freiburg, welcher in der „Eisenbahn“ 1879 Band X beschrieben und abgebildet ist; ein sehr stattliches Bauwerk, welches das Thal in einer Höhe von 53,7 m mit acht Oeffnungen von 13,54 m Weite überschreitet. Die Brücke hat eine Breite von 8,4 m, wovon 6 m auf die Fahrbahn und je 1,2 m auf die beiderseitigen Fufswege entfallen. Die Gewölbe sind in zwei Theilen übereinander angeordnet, von denen der untere Stichbogen-, der obere Halbkreisform hat. Die Abwässerung erfolgt hinter die Widerlager, während über den Pfeilern gewölbte Capellen in üblicher Weise angeordnet sind, welche für Ableitung des Schwitzwassers durch die Stirnen benutzt werden. Leider ist der Molassesandstein, aus dem das Bauwerk besteht, von geringer Güte und schon jetzt nach 22jähriger Dauer namentlich an der Wetterseite an den Pfeilern ziemlich erheblich verwittert, während die Gewölbe eine Verwitterung weniger erkennen lassen.

Die Anlagekosten des bedeutenden Bauwerks haben 623 000 Frcs. betragen.

Aufserdem wäre hier noch zu nennen der 1876 erbaute, in Bavier's Werk durch Zeichnungen dargestellte Viaduct bei Cartigny, Canton Genf, von fünf Oeffnungen und 105 m Länge, welcher das Thal in einer Höhe von 43 m überschreitet, die Tiefenaubrücke bei Bern über die Aare mit drei Halbkreisbögen von je 24,3 m Durchmesser, 31 m über dem gewöhnlichen Wasserstand liegend, die Sitterbrücke bei St. Gallen, die bekannte romantisch gelegene 1868 erbaute Albulabrücke bei Solis (24 m weit, 76,5 m über Thalsohle), welche in Bavier's Werk abgebildet ist, die ebenfalls sehr stattliche Jurabrücke im Traubenloch (24 m Weite $^1/_5$ Pfeil), die grofse Brücke in Lausanne, die bekannten Viamalabrücken, die Goldachbrücke in Canton St. Gallen, die schöne Bahnhofsbrücke in Zürich und andere.

Bemerkenswerthe gewölbte Eisenbahnbrücken sind namentlich auf den älteren Linien sehr zahlreich, vermuthlich, weil letztere zu einer Zeit erbaut wurden, in welcher die Construction der eisernen Brücken noch wenig ausgebildet, und gebräuchlich war; wenigstens ist anzunehmen, dafs manche derselben in heutiger Zeit nicht mehr als massive gewölbte Brücken, sondern in Eisen hergestellt werden würden.

Beispiele solcher älteren bedeutenden Brücken befinden sich u. a. auf den Linien der schweizerischen Westbahn, welche acht derartige Bauwerke, nämlich:

1. den Viaduc de Beaulien,
2. „ „ d'Allaman,
3. „ „ de la Paudèze,
4. „ „ de Boudey,
5. „ „ de Serrières,
6. „ „ de Convet,
7. „ „ de l'Huguenaz,
8. „ „ de la Prise Milord

besitzt. Dieselben wurden in den Jahren 1857 bis 1859 errichtet, zeichnen sich namentlich durch ihre bedeutende Höhe aus, in welcher sie die Thalsohlen überschreiten, und besitzen Lichtweiten der einzelnen Oeffnungen von 8 m bis 20 m.

Der Viaduct über das Paudèzethal, der höchste von allen, ist auf Blatt 22 in den wichtigsten Theilen dargestellt, sodafs es einer weiteren Erläuterung nicht mehr bedarf. Die Gesamtkosten desselben haben 798 000 Frcs. oder 141 Frcs. für 1 qm Gesamt-Ansichtsfläche betragen. Die Baukosten der übrigen sieben Viaducte schwanken zwischen 113 und 330 Frcs., wie aus der von Ober-Ingenieur J. Meyer veröffentlichten Beschreibung*) der betreffenden Bauwerke hervorgeht.

Auch die anderen älteren Eisenbahnlinien besitzen bedeutende gewölbte Brücken in gröfserer Zahl, doch ist es mir nicht gelungen, in constructiver Beziehung besonders Bemerkenswerthes an ihnen zu ermitteln.

Gewölbte Brücken der Gotthardbahn.

Unter den neueren bezüglichen Ausführungen nehmen die gewölbten Bauwerke der Gotthardbahn, welche in Durchlässen, Brücken, Gallerien usw. bestehen, besonderes Interesse in Anspruch.

Die allgemeine Anordnung der Durchlässe und kleineren Brücken entspricht bewährten auch anderwärts üblichen Ausführungen, und läfst das Bestreben nach Dauerhaftigkeit unter Vermeidung aller verwickelten Zusammenstellungen erkennen. Im allgemeinen sind Gewölbeconstructionen für die erwähnten Bauwerke allen anderen vorgezogen und nur da durch Eisenbauten ersetzt worden, wo entweder besondere Verhältnisse dies vortheilhaft erscheinen liefsen oder aber, wo die niedrigste Ueberschüttungshöhe der gewölbten Ueberführungen (einschliefslich des Schotters) von 0,8 m nicht erzielt werden konnte.

Das Vorfinden von meistens sehr geeignetem Steinmaterial gestattete in den meisten Fällen durchweg Bruchsteinmauerwerk zu verwenden.

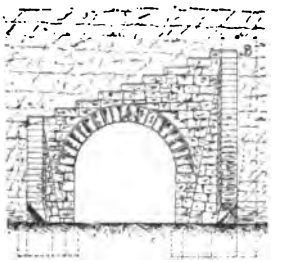
Die Grundmauern bis zum Fundamentabsatz und die Aufmauerung über den Gewölben sind meist aus gewöhnlichem oder rauhem Bruchsteinmauerwerk hergestellt, zu welchem rauhe Bruchsteine ohne besondere Auswahl und ohne jede Bearbeitung sowie Mörtel aus magerem Kalk verwendet wurden, während die über den Erdboden hervorragenden Bestandtheile der Bauwerke in den meisten Fällen aus sogenanntem häuptigen Bruchsteinmauerwerk ausgeführt worden sind.

Die besonderen Bestimmungen für die Ausführung dieses Mauerwerks-Arten sind bereits unter § 11 bei der Beschreibung der eisernen Gotthardbahnbrücken auszugsweise mitgetheilt. Die vorzügliche Beschaffenheit des Mauerwerks überhaupt läfst erkennen, dafs auf die pünktliche Durchführung jener Bestimmungeu grofse Sorgfalt verwendet worden ist. Die Gewölbe selbst sind im allgemeinen bis zu 8 m Weite ebenfalls aus häuptigem Bruchsteinmauerwerk in Wasserkalk-Mörtel und nur in einzelnen Fällen wegen Mangels

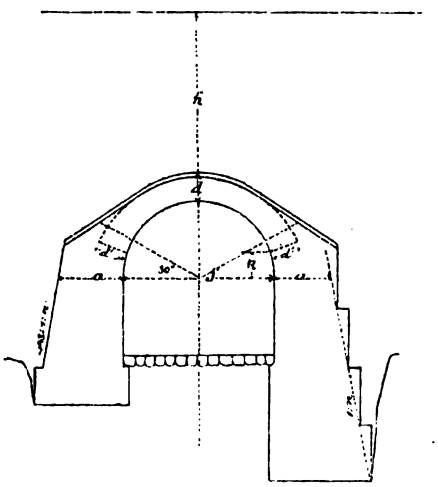
*) Les chemins de fer de la Suisse occidentale par J. Meyer, Lausanne 1878. G. Bridel.

an gutem Steinmaterial aus Moëllons, bei Spannweiten über 8 m aber aus Schichten- oder Quadermauerwerk hergestellt.

Die über die Ausführung der Gewölbe in § 15 der Bedingungen enthaltenen Bestimmungen sind ebenfalls bereits mitgetheilt worden.



Je nach der vorhandenen Höhe sind die Gewölbe entweder im vollen Halbkreis oder als Kreisabschnittsbogen ausgeführt, deren Pfeilhöhe meist $^1/_8$, in einigen Fällen auch $^1/_4$ der Spannweite beträgt. Schiefe Gewölbe sind durchgängig dadurch vermieden, dafs entweder die vorschriftsmäfsigen Gewölbe entsprechend verlängert oder die Stirnen ansteigend nach nebenstehender Zeichnung aufgeführt sind, wobei die Linie *AB* in der Dammböschung liegt.



Die Bestimmung der Abmessungen ist mit Bezug auf die nebenstehende Figur nach den folgenden Tabellen erfolgt, bei deren Berechnung auf die Wirkung des Erddruckes Rücksicht genommen wurde.

Diese Stärken sind im allgemeinen, wenn man sie mit denen der Vorschriften deutscher Bahnen vergleicht, nicht gerade geringe zu nennen.

Die Abdeckung des in einer Neigung von $1 : 1^1/_2$ ausgeführten Gewölbrückens erfolgte durch eine 6 cm starke Schicht von Wasserkalk-Mörtel, welcher gegen rasches Austrocknen, Beschädigungen usw. durch Aufbringen einer 30 cm starken Sandschicht geschützt wurde.

Die Anordnung der Flügel ist je nach den örtlichen Verhältnissen verschieden; im allgemeinen sind bei kleinen Spannweiten und bei Ueberschüttungshöhen bis zu 3 m Parallelflügel, in den übrigen Fällen jedoch vorwiegend Böschungsflügel angewendet. Bei Anwendung der ersteren sind die freien Enden der Flügel in zweckmäfsiger Weise durch Strebepfeiler verstärkt, oder durch Verlängerung an das Erdreich innig angeschlossen, wodurch Ausbiegungen der Flügel wirksam verhütet worden sind.

Wie bei Beschreibung der eisernen Brücken bereits erwähnt, haben auch die hohen Widerlager jener Brücken fast ausschliefslich kurze Parallelflügel erhalten, um welche sich Böschungskegel legen. Erfahrungsmäfsig verursacht die Erhaltung der letzteren bei grofser Höhe häufig nicht unerhebliche Kosten, hervorgerufen theils durch zu starke Böschungsanlage und starkes Setzen der Kegel, theils durch unzureichende Befestigung der Böschungen. Es ist daher zu bemerken, dafs die Bestimmungen der Gotthardbahn hierüber Folgendes enthalten: „Bei den Parallelflügeln, welche durch Vermittlung von Kegeln an die Dämme anschliefsen, kann bei Erdanschüttung mit

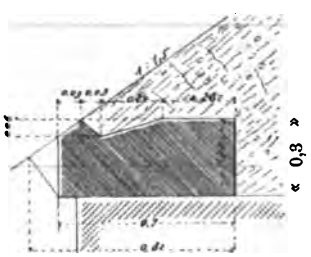
Spannweite S		Ueberschüttungshöhe h in Meter							
		bis 2 m	4	6	8	10	12	16	20
1	d	0,40	0,40	0,40	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50
	d'	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55
	a	0,80	0,80	0,80	0,90	0,90	0,90	1,00	1,00
	n	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
	k	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
2	d	0,45	0,45	0,45	0,50	0,50	0,55	0,55	0,60
	d'	0,55	0,55	0,55	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70
	a	1,00	1,00	1,00	1,05	1,05	1,10	1,10	1,15
	n	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
	k	0,30	0,30	0.30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
3	d	0,50	0,50	0,50	0,55	0,55	0,60	0,65	0,70
	d'	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,75	0,80	0,90
	a	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,60
	n	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6	1/6
	k	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
4	d	0,55	0,55	0,55	0,60	0,60	0,65	0,75	0,80
	d'	0,70	0,70	0,70	0,80	0,80	0,85	0,95	1,00
	a	1,35	1,40	1,45	1,55	1,65	1,80	1,95	2,10
	n	1/6	1/6	0,18	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20
	k	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
5	d	0,60	0,60	0,60	0,65	0,65	0,70	0,80	0,90
	d'	0,80	0,80	0,80	0,85	0,85	0,95	1,05	1,15
	a	1,50	1,70	1,90	2,00	2,10	2,25	2,50	2,70
	n	1/6	1/6	0,18	0,20	0,20	0,22	0,24	0,26
	k	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
6	d	0,65	0,65	0,65	0,70	0,75	0,80		
	d'	0,85	0,85	0,85	0,90	0,95	1,05		
	a	1,70	1,90	2,10	2,30	2,50	2,70		
	n	1/6	1/6	0,18	0,20	0,22	0,24		
	k	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		
7	d	0,70	0,70	0,70	0,75				
	d'	0,95	0,95	0,95	1,00				
	a	1,85	2,20	2,40	2,60				
	n	1/6	0,18	0,20	0,22				
	k	1,30	1,30	1,30	1,30				
8	d	0,75	0,75						
	d'	1,00	1,00						
	a	2,00	2,45						
	n	1/6	0,18						
	k	1,50	1,50						
9	d	0,80							
	d'	1,05							
	a	2,15							
	n	1/6							
	k	1,50							
10	d	0,85							
	d'	1,10							
	a	2,25							
	n	1/6							
	k	1,50							

$1^1/_2$ bis $^5/_4$füfsiger Böschung, die Böschung der Kegel bis auf das Verhältnifs $^1/_1$ eingezogen werden, sofern die Höhe der Kegel bezw. Flügel nicht mehr als 4 m beträgt. — Bei gröfserer Höhe der Kegel mufs die kleinste Kegelböschung mindestens $^5/_4$füfsig sein. — Kegel an aus Steinsätzen gebildeten Damme sind, wie diese mit 1füfsiger Böschung herzustellen. — Sollten zur Verkürzerung der Parallelflügel Kegel mit steileren Böschungen ausgeführt werden, dann ist für die Herstellung derselben Trockenmauerwerk mit $^2/_3$füfsiger Böschung oder häuptiges Bruchsteinmauerwerk in Mörtel mit $^1/_5$füfsiger Böschung in Anwendung zu bringen."

Die hiernach ausgeführten bezüglichen Kegel der Gotthardbahn haben sich vorzüglich gehalten, wozu das zur Verfügung stehende gute Steinmaterial und die Möglichkeit, sichere Grundmauern (meist auf Fels) zur Aufnahme der Kegel zu schaffen, nicht zum geringsten Theil mitgewirkt haben.

Wie bereits erwähnt, sind in den meisten Fällen Böschungsflügel angewendet, welche einerseits den natürlichsten Abschlufs bilden, andererseits aber, namentlich bei hoch überschütteten Durchlässen, feste Punkte zur Verhinderung des Abschiebens der Gewölbestirnen bieten. Diese Flügel, deren Vorderflächen $1 : {}^1/_5$ geneigt sind, zeigen sehr einfache Anordnung und kräftige Abmessungen, unter Vermeidung aller schwierigen Körperformen, welche beim Anschlufs der Flügel an die Widerlager sonst nicht selten sich ergeben.

Die Abdeckung der Flügel ist gewöhnlich nicht durch Platten oder besonders bearbeitete Flügeldecksteine, sondern mit 0,6 m breiten, 0,4 m starken Rollschichten erfolgt; die Steine der letzteren sind vom Steinhauer bearbeitet und im Verband vermauert. Die Abdeckung der Stirnen ist durch kräftige bearbeitete Decksteine bewirkt, welche bei überschütteten Bauwerken behufs besserer Festhaltung des Böschungsfufses nach nebenstehender Zeichnung gestaltet sind.



Auf den neueren Strecken der Nordostbahn findet sich übrigens eine ganz ähnliche Anordnung.

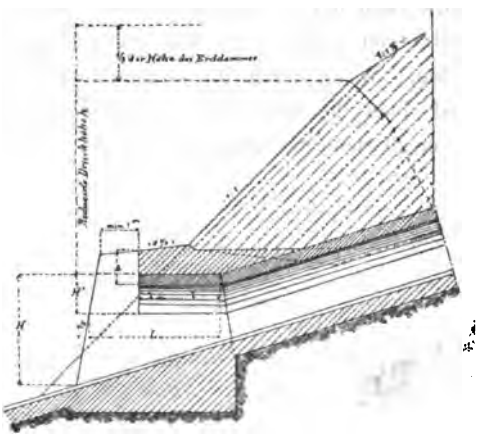
Besonders bemerkenswerth sind die Verstärkungen der Stirnen an den unter sehr hohen Ueberschüttungen liegenden Durchlässen, ein Fall, der namentlich bei der Durchführung der zahlreichen stark abfallenden Wasserläufe auf der Thalseite häufig vorkommt. Ein Beispiel der hierbei getroffenen Anordnung zeigt der auf Blatt 61 dargestellte gewölbte Durchlafs und Durchgang von 2 m Weite und 3 m Höhe. Weitere Muster der bezüglichen bemerkenswertheren Ausführungen finden sich in den Vorlagen, welche in den Rapports trimestriels mitgetheilt sind.

Gewöhnlich sind ähnlich wie bei den bezüglichen Ausführungen der Brennerbahn an den unteren Mündungen dieser Durchlässe die geneigt liegenden Gewölbe stumpf gegen die Waagerechte der Mündung gestofsen, letztere um ein entsprechendes Stück über den Durchschnitt mit der Böschungslinie verlängert und so hoch übermauert, dafs ein genügender Theil des Dammfufses nahezu waagerechte Auflager findet. Die Flügel bilden gleichzeitig kräftige, die Stirnen stützende Strebepfeiler, welche in ihrer ganzen

Höhe mindestens eine Stärke gleich der unteren Breite der dahinter liegenden Widerlager des Durchlasses haben. Der das waagerechte Gewölbstück und die Strebepfeiler umfassende Theil des Bauwerks, welcher den Hauptschub aufzunehmen hat, ist besonders tief und sicher gegründet.

Die Länge l des waagerechten Gewölbes unter der Böschung, die Verlängerung λ desselben, die Gesamtlänge des waagerechten Widerlagers L sind abhängig von der Ueberschüttungshöhe und von der Weite und Höhe des Durchlasses.

Die Ueberschüttung besteht bei diesen Bauwerken meist entweder ganz oder wenigstens im unteren Theil aus Steinsätzen, welche 1 : 1 geböscht sind, während gewöhnliche Erddämme wegen des grofsen Raumes, welchen sie auf der Thalseite bei der Nothwendigkeit $1^1/_2$ füfsiger Anlage einnehmen würden, sich nur vereinzelt finden.



Die Abmessungen λ; L; l sind nun bei Annahme verschiedener Höhen H u. H_1 (siehe Zeichnung) für die vorkommenden verringerten Druckhöhen h von 1 bis 20 m ermittelt und in Tabellenform eingetragen, aus denen dann ohne weiteres die Hauptabmessungen abgelesen werden können.

Die reducirte Druckhöhe wird hierbei angenommen:

a) = $^1/_3$ der Ueberschüttungshöhe des $1^1/_2$ füfsigen Dammes,

b) = der ganzen Höhe des Steinsatzes,

c) = der halben Höhe des $^5/_4$ füfsigen Dammes.

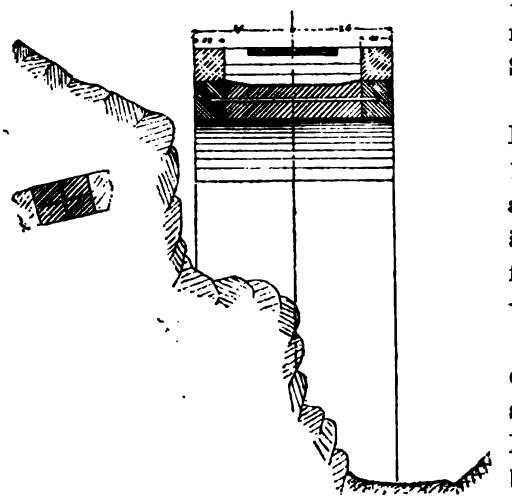
Die bezüglichen Tabellen, deren Mittheilung hier zu weit führen würde, zumal dieselben in den Rapports trimestriels enthalten sind, haben jedenfalls die Entwurfsarbeiten wesentlich erleichtert und enthalten für ähnliche Fälle sehr brauchbare Angaben.

Die Verstärkungen, zumal in der musterhaften Ausführung, welche die Bauten der Gotthardbahn durchweg auszeichnet, machen nicht nur den Eindruck grofser Dauerhaftigkeit, sondern haben auch in Wirklichkeit alle sonst in derartigen Fällen leicht eintretenden Verdrückungen u. dgl. wirksam verhindert.

So sachgemäfs und zweckmäfsig nun auch die Entwürfe der bezüglichen Bauwerke durchgearbeitet, soviel Sorgfalt auf technische Vollkommenheit aller sich wiederholenden Constructionen verwendet worden ist, so haben doch die an verschiedenen Stellen ungemein von einander abweichenden örtlichen Verhältnisse häufig Aenderungen bei der Ausführung erfordert. An mehreren Stellen sind gewölbte Bauwerke mit und ohne Pfeilerstellungen zur Ausführung gekommen, wo ursprünglich Dämme oder Stützmauern angenommen waren. Dies ist namentlich der Fall an steilen Hängen z. B. in dem Säcken, wo es theils wegen schwieriger Gründung der vorgesehenen Stützmauern und aus Erfahrungs-Rücksichten behufs leichterer Durchführung von Wasser, Schnee und Gerölle vortheilhafter erschien, Bogenstellungen anzuwenden.

Bei Inangriffnahme der auszuführenden thalseitigen Stützmauer bei Km 166,48 zeigten sich z. B. so grofse Schwierigkeiten für Schaffung eines geeigneten Fundaments, dafs hier die Ausführung der auf Blatt 22 dargestellten 10 m weiten Brücke unter möglichster Benutzung der Bodenverhältnisse sich vortheilhafter erwies und demgemäfs bewirkt wurde. Bei Ausführung des einen Widerlagers fand sich eine breite und sehr tiefe Spalte im Fels, welche mit Schutt ausgefüllt und hierauf in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise zugemauert wurde.

Bemerkenswerth ist bei diesem Bauwerk noch die bei den gröfseren gewölbten Bauwerken der Südrampe vielfach ausgeführte Anordnung von Ankern, welche im Gewölbe von einer Stirn bis zur andern gehen und dasselbe gegen Abreifsen sichern sollen. Wenn auch im allgemeinen eine derartige Verankerung nicht üblich ist, so läfst doch die Erfahrung, welche zeigt, dafs ein Reifsen der Gewölbe namentlich bei hoher Stirnaufmauerung infolge des Schubes der Hinterfüllung bei der geringen Festigkeit des Gewölbmauerwerks in der Längsrichtung häufig eintritt, eine derartige Sicherung als zweckmäfsig erscheinen.



An der fragl. Brücke sind vier, am Piantorinoviaduct (sieben Oeffnungen von 12 m) je sechs Anker in jedem Gewölbe angeordnet. Diese Anker treten übrigens äufserlich nicht in Erscheinung, da die Befestigung innerhalb der äufseren Wölbschicht, wie nebenstehend gezeichnet, bewirkt ist.

Gröfsere gewölbte Brücken und Viaducte sind von der Gotthard-Bahn, wie schon bei der Beschreibung der eisernen Brücken erwähnt, nur in verhältnifsmäfsig beschränktem Mafse zur Ausführung gelangt. Die wesentlichsten derselben sind:

1) Viaduct in dem Säcken 6 Oeffnungen à 10 m,
2) Viaduct Piantorino . 7 Oeffnungen à 12 m,
3) Viaduct Udello . . 2 Oeffnungen à 12 m.

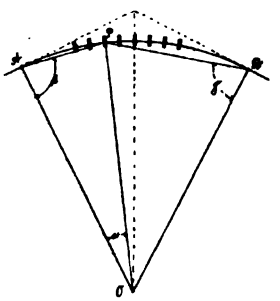
Als Beispiel der im ganzen einander ähnlichen bez. Constructionen ist auf Blatt 22 der Viaduct in dem Säcken dargestellt.

Grundmauern und Uebermauerung der Gewölbe sind in gewöhnlichem Bruchsteinmauerwerk, die Pfeiler in häuptigem Bruchstein, die Gewölbe in Schichten-Mauerwerk sehr schön ausgeführt. Die Entwässerung der Gewölbe ist hier, wie bei den übrigen gröfseren Gewölbeconstructionen, mit Hülfe eiserner Röhren durch die Gewölbeschenkel erfolgt. Die Einzelheiten dieser aus drei Theilen bestehenden Abwässerungsvorrichtungen sind aus den Zeichnungen auf Blatt 22 ersichtlich.

Betreffs des Piantorino-Viaducts wäre noch zu erwähnen, dafs dessen Pfeiler auf einer Schutthalde stehen, und dafs infolge dessen deren Fundirung etwa 14 m tief

angeordnet und mit Hülfe von verzimmerten Schächten ausgeführt werden mufste. Dem Vernehmen nach haben trotzdem neuerdings Bewegungen der Pfeiler, insbesondere kleine Drehungen stattgefunden, welche vielleicht unterblieben wären, wenn man bei Ausführung des Mauerwerks letzteres satt gegen die Schachtwände gesetzt hätte, statt Zwischenräume zu lassen.

Auch die Absteckung der in einer Krümmung von 300 m Halbmesser liegenden Pfeiler bot bei diesem Bauwerk Schwierigkeiten, da das umgebende Gelände an und für sich schon schwer, die Tangenten aber nur zum Theil zugänglich waren. Die Pfeilermitten wurden daher dadurch bestimmt, dafs im zugänglichen Mittelpunkt o der Krümmung sowie in den Punkten A und B Theodolithe aufgestellt, die vorher berechneten Winkel α und β abgesetzt und die Pfeilermitten als Durchschnittspunkte der Visirlinien $A\ P$, $O\ P$ auf der Baustelle ermittelt wurden. Die Richtigkeit wurde dann mit Hülfe des in B aufgestellten Theodolithen durch Messung der Winkel γ festgestellt.



Von Interesse sind ferner die Gallerien, welche als Schutz gegen Lawinen und Felsstürze und zur Ueberführung der zahlreichen verheerenden Wildbäche dienen. Auf Blatt 23 sind drei der wichtigsten hierher gehörigen Bauwerke, nämlich die Rohrbachgallerie, die mittlere Entschigthalgallerie und die Häggrigerbachgallerie dargestellt, deren Bauweise sich diejenige der übrigen bezüglichen Bauwerke im allgemeinen anschliefst.

Diese Gallerien sind sämtlich von vornherein für das Bedürfnifs einer zweigeleisigen Bahn und hinsichtlich der inneren Form und der hierfür angewendeten Mauerwerksarten ähnlich wie die Tunnels ausgeführt, wobei die eigentlichen Gewölbe aus Moëllonmauerwerk meist in Wassermörtel, die Widerlager bezw. die unteren Theile der Wölbungen aus häuptigem Bruchsteinmauerwerk hergestellt sind. Die Ueberdeckung der Gewölbe, deren Stärke sich nach den örtlichen Verhältnissen richtet und namentlich durch das Gefälle des zu überführenden Baches bedingt ist, besteht theils aus Steinsatz, theils aus rauhem Bruchsteinmauerwerk in Wassermörtel, auf welches dann die Pflasterung entweder in gleichem Mörtel oder als Trockenpflaster gesetzt ist. Auf die Herstellung des letzteren, welches hauptsächlich durch die darüber sich bewegenden Schutt-, Wasser- und Lawinenmassen angegriffen wird, ist die gröfste Sorgfalt verwendet.

Die Bestimmungen der Gotthardbahn setzen über die Ausführung derselben in § 17 folgendes fest.

§ 17.

„Das Pflaster ist ausnahmslos so auszuführen, dafs die Steine gegen die Bodenfläche nicht mit ihrer flachen Seite gelegt, sondern aufrecht gestellt werden. Die Herstellung des Pflasters erfolgt im allgemeinen nach denselben Grundsätzen wie die des Mauerwerks, wobei jedoch zu beachten ist, dafs im Pflaster die Verwendung von Zwickeln niemals stattfinden darf. Es ist von der Beschaffenheit des zur Verfügung

stehenden Materials abhängig, ob das Pflaster in parallelen Schaaren oder in polygonalem Verbande hergestellt werden soll. Die Bauleitung wird darüber, je nach der Bestimmung des Pflasters und der Beschaffenheit des Materials von Fall zu Fall specielle Weisungen geben; im allgemeinen jedoch ist anzunehmen, dafs Pflaster der ersteren Art die Regel bilde und die Ausführung polygonalen Pflasters nur ausnahmsweise gestattet werde.

Für das Verhältnifs der Dimensionen der Pflastersteine gilt dasselbe wie für die Mauersteine; die Abmessung der Tiefe vom Haupt mufs, wie bei diesen, die der Breite des Hauptes in angemessener Weise überwiegen. Die Pflastersteine müssen unter allen Umständen durch die ganze, für jeden Fall vorgeschriebene Stärke des Pflasters reichen und so bearbeitet werden, dafs sie ein plattes Haupt — ohne Bossen — erhalten, dafs sie ferner bis auf 10 cm Tiefe vom Haupte der Oberfläche einwärts den vollkantigen Querschnitt besitzen und dafs endlich mindestens $^3/_4$ der Stofsflächen voll und eben sind und die Fugenweite nicht mehr als 1 cm betrage.

Pflaster, welches nicht unmittelbar auf einer Steinschüttung, auf Steinsatz oder auf Mauerwerk gelegt und in den Verband der letzteren Constructionen einbezogen wird, mufs eine Unterlage erhalfen, welche durch eine 20 cm starke festgerammte Schicht von Steingerölle oder Kies gebildet wird.

Trockenes Pflaster wird hierauf in eine Schicht von grobem, körnigem Sand verlegt und kräftig festgerammt. Die Fugen des trockenen Pflasters werden mit Sand ausgestopft und voll geschwemmt, oder nach Weisung mit Moos oder fruchtbarer Erde geschlossen.

Wird Mörtel als Bindemittel verwendet, so geschieht die Verlegung in eine ausgiebige Schicht derb bereiteten Mörtels und das vollkommene Ausfüllen der Fugen nach der Verlegung durch Vergiefsen mit flüssigem Mörtel. Das Pflaster darf sodann nicht mehr durch Rammen alterirt werden, es mufs daher auf die feste und passende Auflagerung von vornherein mehr geachtet werden.“

Der Anschlufs des Pflasters an die Widerlager der Gallerien ist, wie aus den Zeichnungen ersichtlich, durch besonders sorgfältig ausgeführtes, aus schweren Steinen bestehendes Quadermauerwerk bewirkt.

Für Ableitung des auf die Gewölbe dringenden Wassers ist durch Abdickung jener mit einer Schicht aus Wassermörtel Sorge getragen, welche das Wasser hinter die Widerlager leitet, von wo es durch Schlitze von etwa 20 cm Höhe und 10 cm Weite, welche in geeigneten Entfernungen von einander angebracht sind, den Ausweg nach dem an der Seite oder in der Mitte der Gallerie angeordneten Durchlafs findet.

Ein Beispiel für die Anordnung der Wildbachschalen bildet diejenige des Haggrigerbachs, während die Entschigthalgallerie hauptsächlich Schutz gegen die an dieser Stelle häufigen Lawinen bieten soll.

Die Schalen der Geschiebe führenden Bäche haben eine geradlinige Sohle, 3 : 2 geneigte Seitenwände, sind stets aus trockenem oder Mörtelpflaster, welches auf Steinsätzen oder Mauerwerk ruht, hergestellt und an natürliche feste Punkte, Felswände u. dgl. angeschlossen, oder durch künstliche besonders tüchtig construirte Anschlufsbauten

gesichert. Mit besonderer Sorgfalt sind namentlich auch nachtheilige Gefäll- und Richtungs-Veränderungen der Wasserläufe unbedingt vermieden.

Die Fortführung der Schutzanlagen und die Fassung, sowie die Correction der Wildbäche bergaufwärts läfst sich naturgemäfs nicht im allgemeinen beschreiben, vielmehr sind hier unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse in jedem einzelnen Falle diejenigen Anordnungen getroffen worden, welche nach längerer und sorgfältiger Beobachtung der Eigenarten des betreffenden Wildbaches die geeignetsten schienen, um Beschädigungen der Bahn zu verhüten.

V. Vermischte Reisenotizen.

Die noch folgenden Reisebemerkungen beziehen sich vornehmlich auf den Eisenbahnbau in der Schweiz. Wenn in denselben ganz besonders die Anlagen der Gotthardbahn hervorgehoben sind, so rührt dies daher, dafs einerseits dieselben z. Z. wohl in erster Linie die Aufmerksamkeit des ausländischen Technikers in Anspruch nehmen, andererseits aber die bezüglichen Ausführungen der älteren Bahnen, soweit sie besonders wichtig erscheinen, bereits aus deutschen Fachblättern zur Genüge bekannt sind.

Traçirung.

Bei den erheblichen Bodenschwierigkeiten, welchen die Feststellung und der Bau von Eisenbahnlinien in der Schweiz begegnet, ist es von Werth, die für die Vorarbeiten daselbst angewendete Verfahrungsweise etwas näher zu betrachten, zumal dieselbe von der in Deutschland im allgemeinen üblichen abweicht.

Der in der Schweiz fast durchgängig eingeschlagene Weg ist kurz der folgende: Zunächst wird, wie bei uns, auf Grund einer mit Höhencurven versehenen Karte im Mafsstab 1:25000 bis 1:100000, welche in vorzüglichen Aufnahmen vorhanden sind, der Zug der Eisenbahnlinie im allgemeinen festgestellt und für dieselbe alsdann aus den Höhenangaben der Karte ein Höhenplan ermittelt. Diese Pläne genügen für die Concessionsertheilung. Handelt es sich dann um die nähere Festlegung der Linie, so wird zu einer ins Einzelne gehenden Aufnahme geschritten. Diese erfolgt jedoch nicht in der in Deutschland meist üblichen Weise durch Absteckung eines Vieleckzuges und Aufnahme des umliegenden Geländes mittels Querprofilen, welches Verfahren in ebenem Boden zwar zweckmäfsig ist und rasch zum Ziele führt, im Hügelland und namentlich im Gebirge aber grofsen Zeitaufwand erfordert, sondern es wird eine Ortsaufnahme mit Mefstisch, Orientirboussole, Kippregel mit Distanzmesser und Höhengradbogen gemacht. Das Fadenkreuz des Distanz messenden Fernrohrs besitzt einen Verticalfaden und drei Horizontalfäden, von denen die beiden äufseren am zweckmäfsigsten verstellbar sind und so geregelt werden, dafs sie bei 100 m Entfernung einen Lattenabschnitt von 1 m einfassen.*)

*) vgl. J. Stambach, Der topographische Distanzmesser und seine Anwendung, und Eisenbahn Band V. Bericht von R. Moser.

Zunächst wird der Vieleckzug auf das Gelände übertragen, hierauf werden Festpunkte, dem Lauf der Linie annähernd folgend, gesetzt und deren Höhenlage durch eine genaue Höheneinwägung bestimmt. Alsdann schreitet man zur Aufnahme, bei welcher die Berechnung der Entfernungen und Höhen der einzelnen aufgenommenen Punkte durch Anwendung des Rechenschiebers sehr vereinfacht wird. Die Aufnahme einzelner Punkte der Distanz und Höhe nach geschieht von einem Standpunkt aus und erfordert an Ort und Stelle folgende Arbeiten:

1) Visiren und Ablesen an der Nivellirlatte,
2) Ablesen am Höhengradbogen,
3) Berechnen der Distanz und Höhe mit Hülfe des Rechenschiebers,
4) Abstechen der Distanz auf dem Meſstischblatt und Niederschreiben der Höhenzahl.

Die eingemessenen Punkte und deren Höhen werden in das Meſstischblatt eingetragen, und ebenso werden in dasselbe sofort auf dem Felde die Höhenkrümmungslinien eingezeichnet, was namentlich deshalb wichtig erscheint, weil es hierbei fast unmöglich ist, daſs aufsergewöhnliche Bodengestaltungen von dem aufnehmenden Ingenieur übersehen werden.

Die Güte der Aufnahme hängt natürlich von der Gewandtheit des Ingenieurs und der guten Beschaffenheit der Instrumente ab. Die durchschnittliche Genauigkeit ist indessen eine vollkommen ausreichende, und es sei hier als Beispiel nur folgendes erwähnt: Bei der Gotthardbahn wurde s. Z. eine derartige Aufnahme unter Leitung des Herrn Welti im Maſsstabe 1 : 10000 angefertigt und obwohl nachher unter Gerwig eingehendere Aufnahmen im Maſsstabe 1 : 500 nach der bei uns üblichen Weise ausgeführt wurden, ist doch während des Baues, wie mir Ingenieure der Gotthardbahn versicherten, in vielen Fällen die Welti'sche Aufnahme noch mit Erfolg zu Rathe gezogen worden.

Ganz besonders vortheilhaft aber erscheint diese Methode wegen der Schnelligkeit, mit welcher sie zu arbeiten gestattet. Nach einer Mittheilung des Herrn Oberingenieur Moser in Zürick kann ein geübter Ingenieur in der Stunde etwa 40 bis 60 Punkte festlegen und 1 qkm in drei Tagen fertigstellen, sodaſs also bei einer Breite des für derartige Entwurfsarbeiten aufzunehmenden Geländes von 0,5 km, die Aufnahme eines Kilometers Bahnlänge nur 1,5 Arbeitstage erfordert. Diese Angaben beziehen sich indessen nur auf Arbeiten in günstiger Bodengestaltung, während entgegengesetztenfalls jene Arbeitsdauer sich infolge der häufigeren Umstellungen des Meſstisches erheblich vergröſsert. Der Maſsstab der Aufnahmen beträgt gewöhnlich 1 : 5000, doch ist auch ein solcher von 1 : 10000 mehrfach angewendet; die Wahl der Abstände der Horizontalcurven richtet sich natürlich nach der Beschaffenheit der Oertlichkeit.

Auf den so gewonnenen Plänen werden nun die verschiedenen, etwa in Frage kommenden Linien eingezeichnet, hinsichtlich ihrer Vor- und Nachtheile untersucht, und die zur Ausführung günstigste ausgewählt. Die Uebertragung der letzteren auf das Baufeld findet nun wiederum unter Benutzung der Originalblätter und des Meſstisches statt, wobei namentlich die Höhen des Längenschnittes auf dem Felde möglichst genau

festgehalten werden, was besonders an stark geneigten Hängen von Wichtigkeit ist. Nach den in der Schweiz zahlreich vorliegenden Erfahrungen bedarf eine derartig von geübten Technikern bearbeitete Linie nur selten nachträglicher Berichtigungen.

Das beschriebene ausreichend genaue Verfahren, welches rascher zum Ziele führt als das bei uns gebräuchliche, erfreut sich bei den schweizerischen Ingenieuren einer grofsen Beliebtheit, und wird daselbst schon seit langer Zeit, neuerdings auch bei den ausgedehnten Neubaulinien der Nordostbahn und bei den zur Zeit in der Bearbeitung begriffenen Plänen für die Simplonbahn (Ingenieur Meyer in Lausanne) u. A. mit Erfolg angewendet. Dasselbe stammt von General Dufour (1838) und ist später namentlich durch Einführung des Rechenschiebens wesentlich verbessert worden. Es wäre gewifs wünschenswerth, dafs diese bewährte Verfahrungsweise auch aufserhalb der Schweiz wenigstens bei Arbeiten in schwieriger Bodengestaltung weitere Verbreitung fände.

Oberbau.

Auf dem Gebiete des Oberbaues der Hauptbahnen sind bemerkenswerthe Neuerungen nicht zu verzeichnen. Mit Ausnahme der Centralbahn, welche auf einigen Strecken eiserne Querschwellen (Hilf'sche Weichenschwelle ohne Mittelrippe, aber mit verstärkter Kopfplatte) mit Keilbefestigung der Schienen eingeführt hat, besitzen die schweizerischen Eisenbahnen nur Oberbau auf hölzernen Querschwellen und zum grofsen Theil noch Eisenschienen. Man zieht es eben vor, die grofsen Nachbarstaaten die erforderlichen kostspieligen Versuche zur Ermittelung eines in allen Theilen zweckmäfsigen und dauerhaften eisernen Oberbaues machen zu lassen, und erst dann, wenn letzterer gefunden, denselben einzuführen; ein Standpunkt, der um so mehr Berechtigung hat, als in der Schweiz die Verhältnisse wesentlich anders liegen als in Deutschland. Die Schweiz besitzt keine Eisenindustrie, sie mufs die eisernen Schwellen aus dem Auslande beziehen und findet keinen Vortheil darin, die ausländische Eisenindustrie zu unterstützen bezw. den immerhin gegen den Holzschwellenoberbau erheblich theueren eisernen Oberbau eher einzuführen, als bis dessen technische Ueberlegenheit gegen jenen mit Sicherheit erwiesen ist. Obwohl für Erneuerungen seit einigen Jahren auch Stahlschienen angewendet werden, haben doch selbst in neuester Zeit mehrere Bahngesellschaften noch einen grofsen Theil der Oberbauerneuerungen in Eisen ausgeführt, sodafs der Uebergang zu jenen verhältnifsmäfsig langsam vor sich geht.

Die Erneuerung bei den fünf Hauptbahnen betrug in den letzten drei Jahren durchschnittlich für das Jahr 4,5 % des gesamten Oberbaues. Hierbei stellte sich das Verhältnifs der Erneuerung in Stahl zu derjenigen in Eisen in den Jahren 1879, 1880 und 1881 bezw. wie 1,64 : 1, 2,20 : 1 und 2,40 : 1.

Die bei den einzelnen Bahnen angewendeten Schienenprofile weichen erklärlicherweise sehr von einander ab; im allgemeinen sind sie jedoch erheblich schwerer als die bei uns üblichen, indem sie einen stärkeren Steg und Fufs und meist auch einen weniger scharf unterschnittenen Kopf (1 : 2) als diese besitzen.

Der Oberbau der Gotthardbahn besteht aus Stahlschienen von 130 mm Höhe, 110 mm Fufsbreite, 60 mm Kopfbreite und 30 mm Kopfhöhe, welche auf 2,5 m langen,

0,24 m breiten und 0,15 m hohen hölzernen Schwellen ruhen und mittels kräftiger, 620 bezw. 582 mm langer Winkellaschen verbunden sind. Die Schwellentheilung beträgt auf den Bergstrecken 0,80 bis 0,83 m, auf den Thalstrecken 0,91 bis 0,93 m; die Schwellen bestehen auf ersteren aus Eichenholz, auf letzteren aus Kiefernholz, welche Holzarten mit Zinkchlorid getränkt sind. Die Schienenbefestigung ist durch sehr kräftige Nägel und ausgedehnte Anwendung von Unterlagsplatten derart erfolgt, dafs auf den Bergstrecken eine gröfsere Festigkeit des Oberbaues als auf den Thalstrecken erzielt ist. Die kräftigere Verbindung des Oberbaues auf der Bergstrecke ist wohl darauf zurückzuführen, dafs man sich ursprünglich den Betrieb so dachte, dafs auf den Thalstrecken mit nur 10 ‰ gröfster Steigung leichtere Maschinen verkehren sollten, als auf der Bergstrecke mit 25 bis 27 ‰ Steigung. Thatsächlich ist dies aber nicht stets der Fall, es verkehren vielmehr die schweren Maschinen auch auf den Thalstrecken; da aber hier gleichzeitig stärkere Züge mit grofser Geschwindigkeit bewegt werden, während auf der Bergstrecke nur leichte Züge mit geringer Geschwindigkeit fahren, so wäre es vielleicht zweckmäfsiger gewesen, den sehr soliden Oberbau der Bergstrecken auch auf den Thalstrecken durchzuführen, zumal dies auf die Anlagekosten schwerlich einen wesentlichen Einfluſs gehabt haben dürfte. Ebenso wäre es mit Rücksicht auf den der Gotthardbahn zufallenden starken Verkehr und die immerhin grofse Abnutzung der Schienen auf den Gefällstrecken und in den Krümmungen wohl vortheilhaft gewesen, ein stärkeres Schienenprofil, insbesondere einen höheren Kopf, behufs Erzielung einer gröfseren Dauer der Schienen anzuwenden.

Der eiserne Langschwellenoberbau wird allem Anschein nach in der Schweiz keine Verbreitung finden, vielmehr begünstigen diejenigen Bahnen, welche die Einführung eines eisernen Oberbaues in Aussicht genommen haben, denjenigen mit eisernen Querschwellen. So beabsichtigt auch die Gotthardbahn für das zweite Geleis eisernen Querschwellenoberbau auszuführen, für welchen z. Z. eine Vorlage in Luzern ausgearbeitet wird.

Sicherungen des Bahnkörpers gegen Wasserangriff.

Als Beispiele bemerkenswerther Versicherungen des Bahnkörpers gegen den Wellenschlag der Seen und gegen den Angriff der mit der Bahn gleichlaufenden Flüsse und Bäche sind auf Blatt 23 dargestellt:

In Fig. 1 und 2 zwei Arten der Uferbefestigungen am Genfer See zwischen Lausanne und Villeneuve, in Fig. 3 und 4 die Uferschutzbauten der linksufrigen Zürichseebahn, in Fig. 5 und 6 zwei Querschnitte des Dammes durch den Züricher See bei Rapperswyl und in Fig. 7 bis 9 die bei der Gotthardbahn angewendeten Bauweisen, von denen diejenige nach Fig. 7 am Tessin, die beiden anderen an der Reufs ausgeführt wurden.

In den ersteren Fällen stützen sich im allgemeinen die Uferbefestigungen gegen Steinwürfe, wogegen bei den Ausführungen der Gotthardbahn als Grundsatz gilt, den befestigten Theil des Bahnkörpers nicht auf die Steinwürfe, sondern möglichst selbständig zu gründen, sodafs letztere nur Schutzbauten gegen den unmittelbaren Wasserangriff bilden.

Die Krone dieser Bauten, welche je nach den örtlichen Verhältnissen aus ungleich grofsen Steinen bestehen, ist 2,0 m breit und liegt in Höhe des gewöhnlichen Hochwassers, während die durch sorgfältige Pflasterung bewirkte Befestigung der meist $1^1/_2$füfsigen Bahnkörperböschung bis 1 m über den höchsten Wasserstand reicht. Die Gröfse der zu den Steinvorwürfen benutzten Steine wurde so bemessen, dafs dieselbe etwa das Doppelte der in der in Frage kommenden Strecke des Wasserlaufs enthaltenen gröfseren Geschiebe beträgt.

Entsprechend den bereits früher beschriebenen Böschungsbefestigungen der Gotthardbahn ist auch hier sorgfältig beachtet, dafs die Pflasterungen sich nicht gegen lose Erdmassen lehnen dürfen, vielmehr sind hier stets feste Steinsätze angeordnet, sofern nicht die natürliche Beschaffenheit des Bodens die Anwendung derartiger Mittel überflüssig erscheinen liefs. Dafs auf besonders festen Anschlufs der Enden der Schutzbauten an die Ufer die gröfste Sorgfalt verwendet ist, bedarf keiner besonderen Bemerkung.

Zu Fig. 3 wäre noch kurz zu erwähnen, dafs behufs Abweisung des Wellenschlages die Ufermauer die bogenförmige äufsere Begrenzung erhalten hat. Im übrigen ist die auf grofse Strecken ausgeführte Mauer als Trockenmauer hergestellt und auf breiter Steinschüttung gegründet. Die gewählte Construction hat sich nach den mir gewordenen Mittheilungen und soweit der Augenschein zu einem Urtheil berechtigt, sehr gut bewährt. Dagegen haben die am Genfer See eisenbahnseitig ausgeführten Trockenmauern infolge des Einflusses des Wellenschlages sich nicht besonders standfähig gezeigt, weshalb neuerdings daselbst hauptsächlich Mörtelmauern in Anwendung kommen.

Hinsichtlich des Rapperswyler Seedammes, von welchen zwei Querschnitte in Fig. 5 und 6 dargestellt sind, sei noch erwähnt, dafs derselbe gleichzeitig eine eingeleisige Eisenbahn und einen Weg trägt. Bezüglich der Ausführung der Dammbauten selbst kann hier auf die in der „Eisenbahn", Jahrgang 1875, enthaltenen Angaben verwiesen werden, während hinsichtlich derjenigen der Fluthöffnungen bereits bei den Gründungen das Wichtigste bemerkt wurde. Ein Querschnitt der Fluthbrücke ist auch auf Blatt 2 dargestellt.

Die zahlreichen verheerenden Wildbäche, deren Bereich sich die Eisenbahnlinien nicht entziehen können, bedingen die Anlage von Schutzmafsregeln, unter denen einige bei Besprechung der Gallerien und der Gotthardbahn bereits erwähnt wurden. Das sicherste und beste Mittel bietet die Ueber- oder Unterführung des Wildbachs und gleichzeitig eine den örtlichen Eigenthümlichkeiten möglichst angepafste zweckmäfsige Verbauung des Wildbachs bergaufwärts, um die Ablösung von Geschieben durch den Bach möglichst zu verringern.

In Fällen, wo die Unter- oder Ueberführung des Geschiebe führenden Wildbachs nicht wohl ausführbar ist, hat man sich aufser durch die Correction des Baches durch Anlage entsprechend grofs bemessener Ablagerungskessel vor der Bahn zu helfen gesucht, welche dazu bestimmt sind, die von dem Bach herangeführten Geschiebe, Schutt oder Schneemassen zu sammeln und somit von der Bahnlinie fern zu halten. Solche Ablagerungskessel sind in grofsem Mafsstabe auch bei der Gotthardbahn da angewendet, wo es nicht ausführbar erschien, die vollkommene Abführung der Geschiebe u. dgl.

unter oder über die Bahn ohne Gefahr für letztere zu bewirken. Das Wasser des Bachs wird hierbei mittels eines an den Ablagerungskessel anschliefsenden Durchlasses abgeführt.

Auf Blatt 24 ist ein derartiger Durchlafs, sowie die Anordnung des Kessels dargestellt, welcher auf der Strecke Laachen-Reichenbach der Nordostbahn ausgeführt worden, um Verschüttungen des Durchlasses und Räumungen der Geschiebe aus demselben zu vermeiden. Der durch einen Schutzdamm eingefafste Ablagerungskessel liegt hier dicht an der Bahn und hält die Geschiebe und den Schlamm fest, während das Wasser über die Mauer nach dem Durchlafs gelangt. Der in dem Kessel niedersinkende Schlamm wird dadurch beseitigt, dafs zeitweilig einige Steine aus der Krone der Mauer herausgenommen werden. Der hierdurch in dem Kessel erzeugte Wasserstrom löst dann den Schlamm auf und führt ihn durch den Durchlafs ab, während die gröfseren Geschiebe und der Kies zurückbleiben. Letzterer wird mit Rollwagen herausgefahren und zur Bahnunterhaltung benutzt. So werden bei der dargestellten Anlage jährlich etwa 5000 cbm Kies zu Eisenbahn-Unterhaltungszwecken gewonnen, während weitere grofse Massen seitens der anliegenden Gemeinden zu Strafsenbefestigungen usw. benutzt werden. Neuerdings haben sich indessen die Geschiebe infolge erheblicher Ausbrüche im oberen Lauf des Baches so erheblich vermehrt, dafs eine umfassende Verbauung des Wildbachs durch Thalsperren in Aussicht genommen ist.

Bemerkenswerthe Wildbachverbauungen finden sich namentlich in den Cantonen Glarus, Graubünden, Wallis u. A. und in neuester Zeit sind derartige Bauten in umfangreichem Mafse in der Ausführung begriffen.

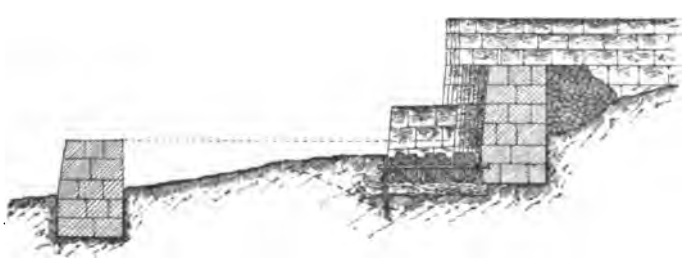
Da ein Eingehen auf die einzelnen Verbauungen hier nicht beabsichtigt wird, so sei hier nur kurz erwähnt, dafs bei kleineren Anlagen meist Holzverbindungen mit Faschinenunterlagen, bei gröfseren Steinconstructionen verwendet werden; indessen ordnet man auch bei letzteren stets einen hölzernen Rost an, da sich dies am besten bewährt hat. Häufig werden überhaupt Holzconstructionen vorgezogen, weil

a) Holz elastischer ist und bei Neigungen zu Formveränderungen im Bauwerk leicher nachgiebt, sodafs ernstliche Zerstörungen seltener eintreten,

b) die Dauer der Hölzer erfahrungsmäfsig eine ausreichend lange ist,

c) Ausbesserungen, Veränderungen u. dgl. leichter vorgenommen werden können und

d) sie meist viel billiger sind.



Die Steinverbauungen bestehen meist aus Steinbogen, welche sich sehr häufig unmittelbar gegen die den Bach einschliessenden Felswände stützen. Bei der Ausführung wird natürlich auf dauerhaften Anschlufs an die Seitenwände und Sicherung gegen Unterspülungen, Auskolkungen usw. die gröfste Sorgfalt verwendet. Zu bemerken ist, dafs in einigen Fällen derartige

Auskolkungen sehr einfach dadurch erfolgreich beseitigt worden sind, dafs man in einiger Entfernung eine niedrige weitere Verbauung aufführte, wodurch sich der Zwischenraum zwischen beiden Bauwerken und die ausgekolkten Stellen bald mit Boden und Geschieben ausfüllten, der beabsichtigte Zweck also erreicht wurde (vgl. vorstehende Skizze).

Fufsstege über die Bahn.

Fufsstege über die Bahn, sogenannte passerelles, finden sich in der Nähe der Bahnhöfe und auch auf freier Strecke sehr häufig. Aeltere bezügliche Anlagen sind meist in Holz ausgeführt, während in neuer Zeit vorwiegend Eisen dazu verwendet wird.

Einige hervorragende Beispiele von leichten Holz-Fufsstegen, welche übrigens auch heute noch, wenigstens bei Secundär-Bahnen zweckmäfsig anzuwenden sein dürften, finden sich u. a. auf den Linien der Westbahn. Auf Blatt 24 sind drei Arten derselben dargestellt, bei denen sämtlich die Geländer mit zur Verstärkung der Tragbalken benutzt sind. Die aus Eisen gefertigten Fufsstege zeigen meist Blech oder Fachwerksträger, welche von gufseisernen Säulen oder schmiedeeisernen Jochen getragen werden.

Von neueren Ausführungen ist der Fufssteg am Bahnhof Flüelen der Gotthardsbahn besonders hervorzuheben. Wie aus der auf Blatt 24 dargestellten Zeichnung ersichtlich, besteht dieser Weg wie auch die Zugangstreppen aus einer sehr leichten, von schmiedeeisernen Pfeilern getragenen Eisenverbindung. Der eigentliche Fufssteg hat 1,7 m Breite, 25,6 m Länge zwischen den Pfeilern und wird von zwei je 1,666 m hohen, in 16 Felder von 1,6 m Weite getheilten engmaschigen Fachwerksträgern unterstützt, welche gleichzeitig das Geländer bilden. Die Gurtungen bestehen aus zwei Winkeln von 80 · 65 · 8 mm Stärke, den erforderlichen Deckplatten und einem Stehblech, dessen Höhe so bemessen ist, dafs die Gitterstäbe aus [-Eisen noch mit je einem Niet aufserhalb der Winkeleisen an dasselbe angeschlossen werden können. Die zur Aussteifung der Gurtungen sowie behufs leichteren Anschlusses der Querträger in 1,6 m Abstand von einander angeordneten Verticalen bestehen aus einem Blech von 7 mm und einem Winkeleisen von 50 · 63 · 7 mm Stärke; sie sind unmittelbar an die Gurtungen angeschlossen, dann aber so weit nach aufsen gebogen, dafs die [-Eisen der Diagonalen ungehindert durchlaufen können. Die Querträger sind als sehr leichte vergitterte Träger von rund 40 cm Höhe ausgebildet und dienen den hölzernen Laufbohlen unmittelbar als Unterstützung. Ein waagerechter Querverband liegt zwischen den Querträgern.

Die beiden Zugangstreppen erfüllen bei der gewählten Anordnung aufser ihrem Hauptzweck noch denjenigen einer kräftigen Absteifung des schmalen Steges gegen die Wirkung des Windes. Die Stufen bestehen aus Holz und ruhen auf kurzen Winkeleisen, welche an die eisernen Treppenwangen genietet sind. Letztere werden noch durch eiserne Spannstangen mit einander verbunden. Die Einzeltheile der Joche, des Anschlusses

der Treppen und der Träger sind aus der Zeichnung ersichtlich und bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Die gesamte Anordnung, welche den Eindruck grofser Leichtigkeit macht und dabei doch durchaus sicher erscheint, ist sehr geschickt erdacht. Nach einer freundlichen Mittheilung des Constructeurs, Herrn Ingenieur Brack, beträgt das Gesamt-Eisengewicht nicht mehr als 22 t.

Im Anschlufs an das eben erwähnte Bauwerk mögen hier noch einige Anlagen der Gotthardbahn kurz besprochen werden, welche an anderer Stelle nicht betrachtet werden konnten.

Auf den Bergstrecken der Bahn liegt die Linie sehr häufig an sehr steilen Lehnen, ein Umstand, der in grofsem Umfange einen Ersatz der gewöhnlichen Dammschüttung durch andere bauliche Vorkehrungen erforderte, welche eine steilere Anlage nach der Thalseite hin gestatten. Diese Anlagen, welche in grofser Zahl und in sehr bedeutenden Ausdehnungen auftreten, bestehen in:

a. einfüfsigen Steinsätzen,
b. $^3/_8$ füfsigen Trockenmauern,
c. Mörtelstützmauern.

Steinsätze der Gotthard-Bahn.

Steinsätze sind bis zu 20 m Höhe ausgeführt, ohne dafs erhebliche Ausbiegungen u. dgl. zu bemerken wären, was neben der zweckmäfsigen Anordnung auch dem vorzüglichen Steinmaterial, welches zur Verfügung stand, zuzuschreiben ist.

Bemerkenswerth sind die Bestimmungen für diese Ausführungen, umsomehr, als dieselben gleichzeitig alles enthalten, was die constructive Anordnung betrifft.

§ 39 der allgemeinen Vorschriften bestimmt:

„1) Es mufs gutes Steinmaterial, welches im allgemeinen den für Mauerstein vorgeschriebenen Anforderungen entspricht, in genügender Menge zur Verfügung stehen, gleichviel ob dasselbe aus den Einschnitten oder aus Materialgruben genommen wird.

2) Die gröfste Höhe der Steinsätze, von ihrem Fufse in der Aufsenböschung bis zu ihrer Krone gemessen, darf mit Rücksicht auf die Festigkeit des vorkommenden Gesteines nicht mehr als 15 m betragen.

3) Die Steinsätze dürfen nicht bis zur Höhe des Bahnplanums reichen, sondern müssen eine Ueberschüttung haben.

Die lothrechte Höhe der Ueberschüttung der Steinsätze, von der Krone dieser bis zum Bahnplanum gerechnet, soll im Minimum 1,5 m betragen und im Maximum namentlich, wenn die Steinsätze die Maximalhöhe haben, in der Regel das Mafs von 15 m nicht übersteigen und es darf die Ueberschüttung niemals steiler als mit dem Verhältnisse 1 : 1,5 geböscht sein.

Die Stärke der Steinsätze und das Verhältnifs der Schlichtung wird wie folgt festgesetzt:

4) „Steinsätze, welche frei stehen, d. h. in ihrer Function vollkommen die Stelle von Stützmauern vertreten, müssen in ihrem ganzen Querschnitt sorgfältig geschichtet werden, und zwar tritt diese Bedingung ein, wenn die Querschnittsfläche der zu stützenden Erd-, Hinter- und Ueberfüllung gleich der Querschnittsfläche des Steinsatzes wird. Die Kronenstärke solcher Steinsätze, normal auf die 1füfsige Böschung des Steinsatzes gemessen, wird nach der Formel $1\text{ m} + \frac{h}{10}$ (h = Steinsatzhöhe) bestimmt.

5) Wenn die Hinterfüllung geringer ist, oder wenn sich die Steinsätze im stark geneigten Terrain in beinahe ihrer ganzen Höhe gegen dieses lehnen, dann genügt es, dieselben nur auf Dicke $d = 1\text{ m} + \frac{h}{10}$ zu schichten; jedoch mufs der nicht geschichtete Theil, welcher rückwärts mit einer mindestens $^1/_2$füfsigen Böschung abschliefst und die Unterlage gegen das Terrain bildet, ebenfalls durchaus aus Stein von gleicher Qualität bestehen.

6) Dämme, welche ganz aus reinem Steinmaterial bestehen, brauchen ebenfalls nur auf die Dicke von $1\text{ m} + \frac{h}{10}$, von der einfüfsigen Böschungsfläche einwärts geschichtet zu werden.

7) Das Fundament der Steinsätze mufs ein solides sein. Die Steinsätze sollen in der Regel direct auf den Fels sich stützen; Ueberlagerungen desselben dürfen nur dann als Fundament benutzt werden, wenn sie mindestens eine Mächtigkeit von 1,5 m haben und aus konsolidirtem Bergschutt bestehen.“

Die Schichtung der Steinsätze ist der Regel nach in zur Böschungsfläche winkelrechten Schichten im Verbande unter Verwendung sehr grofser Steine vorgenommen. Die Zwischenräume zwischen letzteren sind durch kleineres Material ausgefüllt; überhaupt ist grofses Gewicht darauf gelegt, möglichst guten mauerähnlichen Verband und tiefes Eingreifen der im Haupt angeordneten Steine zu erzielen. Letztere sind daher erst von da ab, wo sie lagerhafte Flächen zeigten, in den Steinsatz eingefügt, während die mehr oder minder unregelmäfsigen Köpfe frei aus der Böschung emporragen und gänzlich unbearbeitet geblieben sind, was jedenfalls als sehr zweckmäfsig bezeichnet werden mufs. Die Aufsenfläche behufs besseren Aussehens mit gleichlaufend zur Böschungsfläche gelegten Steinen oder mit treppenartig angeordneten waagerecht gelegten Steinen auszuführen war, da dies erfahrungsmäfsig meist auf Kosten der Dauerhaftigkeit geschieht, ausdrücklich untersagt.

Trockenmauern der Gotthardbahn.

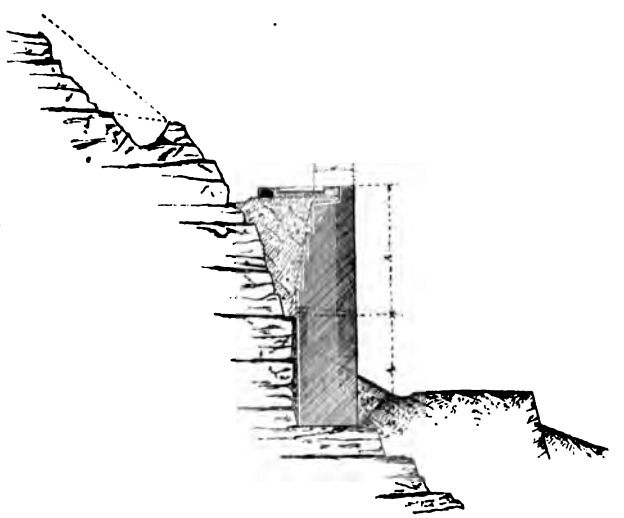
Trockenmauern in sehr sorfältiger Ausführung sind bis zur Höhe von etwa 10 m da hergestellt worden, wo Steinsätze nicht mehr angewendet, Stützmauern in Mörtel aber noch umgangen werden konnten, was indessen wegen der erforderlichen grofsen

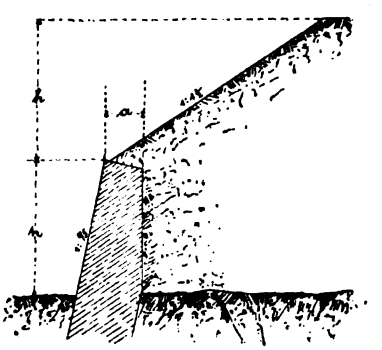
Höhe der Trockenmauern bei steil abfallender Bodengestaltung nicht sehr häufig der Fall war.

Diese Mauern, welche sich gegen festen gewachsenen Boden, Fels usw. oder gegen geschichtete kräftige Steinsätze stützen, haben entweder eine mindestens 1,5 m hohe Ueberschüttung erhalten, um den schädlichen Einfluſs der Erschütterungen zu mildern, oder es ist ihre Aufsenfläche mindestens 2,95 m von der Geleisachse entfernt angeordnet.

Für die Ausführung war die Durchführung eines sorgfältigen Verbandes in derselben Weise wie bei Mörtelmauern, und die Bearbeitung der Steine behufs Schaffung geeigneter Lagerflächen vorgeschrieben, sodaſs eine wesentliche Ersparnifs durch Anwendung der Trockenmauern gegenüber Mörtelmauern eigentlich kaum eingetreten sein wird, was indessen auch nicht beabsichtigt war.

Mörtelstützmauern der Gotthardbahn.



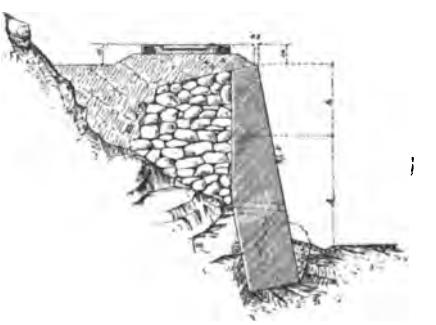


Mörtelstützmauern sind den Bodenverhältnissen entsprechend sehr zahlreich und in bedeutender Höhe ausgeführt. Dieselben haben meist senkrechte oder auch im Verhältnifs von 1 : 5 abgeböschte Vorderflächen und im ersteren Falle abgetreppte Rückenflächen, bei welchen die äufsersten Kanten der Abtreppungen des Profils in einer um 1 : 5 geneigten Geraden liegen, im letzteren Falle senkrechte Rückenflächen erhalten, wie dies aus den beiden nebenstehenden Figuren ersichtlich ist. Die Rückenfläche des Grundmauerwerks ist jedoch stets gleichlaufend mit der Vorderfläche, sodaſs sich häufig die nebenstehende Form ergiebt.

Die Form der Stützmauern ist hierbei nach Annahme der Kronenbreite vollständig bestimmt. Für die Bemessung der letzteren enthalten die Vorschriften der Gotthardbahn nachstehende Tabelle, welche die Kronenbreite für die Mauerhöhe h vom Fundament bis zur Abdeckung und für die Ueberschüttungshöhe h' angiebt.

Mauerhöhe h in Meter.	Kronenbreiten bei Ueberschüttungshöhen h' in Metern.											
	0—1	2,0	3,0	4,0	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	25,0
1,0	0,60	0,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	0,70	0,70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	0,80	0,80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	0,90	0,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,0	0,95	1,00	1,05	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	1,05	1,10	1,15	1,15	1,20	—	—	—	—	—	—	—
4,0	1,15	1,20	1,25	1,25	1,30	1,35	1,40	—	—	—	—	—
4,5	1,20	1,30	1,35	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	—	—	—	—
5,0	1,30	1,40	1,40	1,45	1,45	1,50	1,60	1,65	1,70	—	—	—
6,0	1,45	1,55	1,60	1,60	1,65	1,70	1,80	1,85	1,90	2,00	2,05	—
7,0	1,60	1,70	1,75	1,80	1,85	1,95	2,00	2,10	2,15	2,25	2,30	—
8,0	1,75	1,85	1,90	1,95	2,00	2.10	2,20	2,30	2,40	2,50	2,55	2,70
9,0	1,95	2,05	2,10	2,15	2,25	2.35	2,45	2,55	2.65	2,75	2,85	3,00
10,0	2,15	2,25	2,30	2,40	2,45	2.60	2,70	2,85	2,95	3,05	3,10	3,30
11,0	2,30	2,45	2,55	2,60	2,70	2,85	3,00	3,10	3,20	3,30	3,40	3,60
12,0	2,50	2,65	2,75	2,85	2,90	3,10	3,25	3,40	3,50	3,60	3,70	3,85
13,0	2,70	2,90	2,95	3,05	3,15	3,35	3,50	3,65	3,75	3,90	4,00	4,15
14,0	2,90	3,10	3,15	3,25	3,35	3,55	3,75	3.90	4,05	4,20	4,30	4,45
15,0	3,10	3,30	3,40	3,50	3,60	3,80	4,00	4,20	4,35	4,45	4,55	4,75
16,0	3,30	3,50	3,60	3,70	3,80	4,05	4,25	4,45	4,60	4,75	4,85	5,05
17,0	3,50	3,70	3,80	3,90	4,00	4,30	4,50	4,70	4,90	5,05	5,15	5,30
18,0	3,70	3,90	4,00	4,15	4,25	4,55	4,75	4,95	5,15	5,30	5,40	5,60
19,0	3,90	4,10	4,25	4,35	4,45	4,80	5,00	5,25	5,45	5,60	5,70	5,90
20,0	4,10	4,30	4,45	4,55	4,70	5,00	5,25	5,50	5,70	5,90	6,00	6,20

In dem nicht seltenen Falle der Fundamentanordnung nach nachstehender Figur ist eine Verstärkung der Kronenbreite angenommen, deren Gröfse von der Mauerhöhe h und der Fundamenttiefe h_1 abhängig gemacht ist und etwa zwischen 8 und 20 % schwankt.

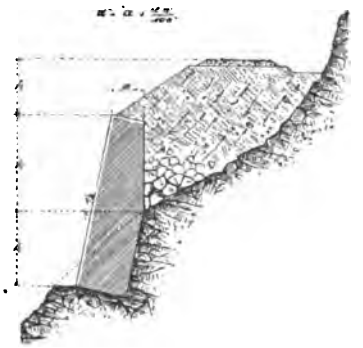


Wo es irgend anging, haben die Stützmauern zur Verminderung des Einflusses der Erschütterungen eine Ueberschüttung von mindestens 1,0 m erhalten; wo die Verhältnisse dies jedoch nicht zuliefsen, wurde die Mauer bis Schienenunterkante so aufgeführt, dafs die äufserste Kante an dieser Stelle noch 2,6 m von der Geleismitte abliegt und die Mauer selbst im oberen Theil bis auf 0,7 m Tiefe 0,8 m Stärke besitzt.

Die Kronen sind entweder mit etwa 60 cm breiten, 40 cm hohen Platten, sehr häufig aber mit einer Rollschicht aus mächtigen, an der oberen Fläche bearbeiteten Steinen abgedeckt. Als Mauerwerk ist für die gänzlich im Erdboden liegenden Fundamenttheile gewöhnliches rauhes, für die übrige Mauer sogen. häuptiges Bruckstein-mauerwerk angewendet.

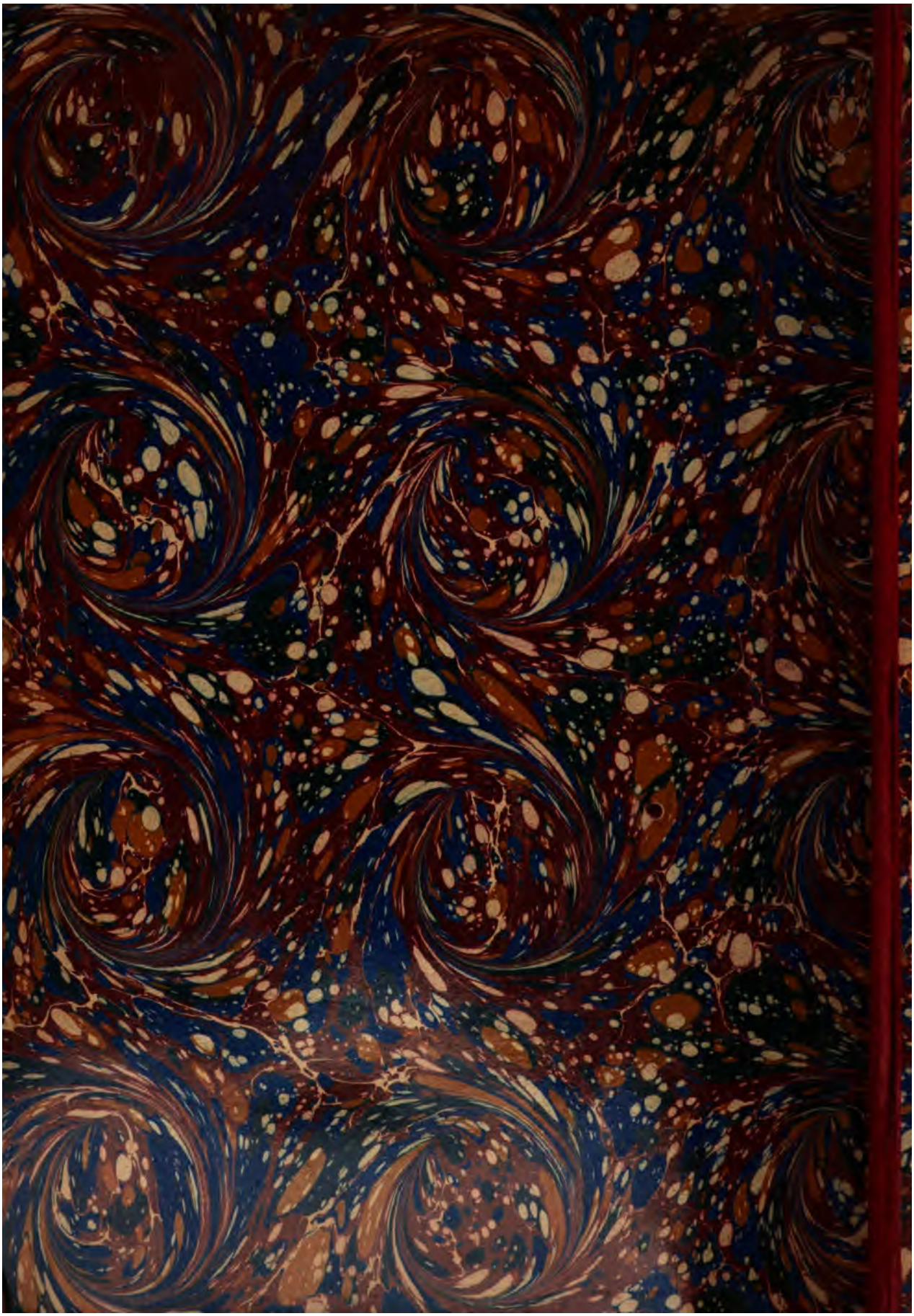
In einigen Fällen, namentlich wo die erforderliche tiefe Gründung die Anlagekosten der vorbeschriebenen Mauern unverhältnifsmäfsig erhöht haben würde, sind

Stützmauern mit sogen. Sparbogen und Strebepfeilern zur Anwendung gekommen, von denen die auf Blatt 24 dargestellte Mauer bei km 2 + 22 ein Beispiel giebt. Die Gründung mufste sich hier bis auf 6 m Tiefe erstrecken. Die lichte Entfernung der Strebepfeiler beträgt 4 m, ihre Breite 2 m. Die Gewölbe haben 3 m Lichtweite, 0,9 m Pfeilhöhe und 0,6 m Stärke.



Es ist selbstverständlich, dafs eine derartige Anordnung nur in ganz bestimmten Fällen zweckmäfsig ist, weshalb auf ein weiteres Eingehen in dieselbe wohl verzichtet werden kann; doch enthalten die Normalien der Gotthardbahn für eine ganze Reihe von möglichen Fällen die entsprechenden Umgestaltungen der bezüglichen Construction, sowie die Angaben über die kleinsten Abmessungen, welche dieselben erfordern.

Halle a. S., Buchdruckerei des Waisenhauses.



Eng 458.87
Die Ingenieur-Bauwerke der Schweiz.
Cabot Science 006438834
3 2044 091 940 411